

令和6年度 AO入試問題集 (医学部医学科)

公表期限：2027年3月末

東北大学入試センター

※ 以下の(1), (2)の場合を除き、複製、転載、転用することを禁じます。

- (1) 受験予定者が自主学習のために使用する場合
- (2) 学校その他の教育機関(営利目的で設置されているものを除く。)の教職員が教育の一環として使用する場合

令和6年度（2024年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①問題

令和5年11月4日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部医学科	9:30～10:50 (80分)	6ページ

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は6ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
5. 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき1か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
6. 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
7. 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

1 以下の問いに答えよ。

(1) 1, 2, 3, 4, 5, 6の目が等しい確率で出る1個のさいころを3回続けて投げる。はじめの2回投げて出た2つの目が連続する2つの数であり、続けて3回目に投げて出た目も含めると連続する3つの数となる確率を求めよ。ただし、出る目の順番は問わない。

(2) $x > 1$ とする。次の不等式を満たす x の値の範囲を求めよ。

$$\log_3 x + \log_x 9 \leq \frac{9}{2}$$

(3) 次の定積分の値を求めよ。

$$\int_{-1}^1 |x(x+1)^2| dx$$

2 三角形 ABC において、 $AB = 7$ 、 $BC = 5$ 、 $CA = 3$ とする。辺 BC を 4 : 1 に内分する点を D とする。頂点 B から直線 AC に垂線を引き、直線 AC との交点を E とする。 $\overrightarrow{AB} = \vec{b}$ 、 $\overrightarrow{AC} = \vec{c}$ とするとき、次の問いに答えよ。

- (1) 内積 $\vec{b} \cdot \vec{c}$ の値を求めよ。
- (2) 線分 AE の長さを求め、 \overrightarrow{AE} を \vec{c} を用いて表せ。
- (3) 三角形 ABC の面積を求めよ。
- (4) 点 E に関して点 C と対称な点を F とする。直線 AD と直線 BF との交点を G とするとき、三角形 BDG の面積を求めよ。

3 xy 平面上の曲線 C_0 が媒介変数 t を用いて次のように表される。

$$\begin{cases} x = 3 \cos t + \sin t \\ y = \cos t + 3 \sin t \end{cases} \quad (0 \leq t < 2\pi)$$

また、曲線 C_0 を原点の周りに $\frac{\pi}{4}$ だけ回転した曲線を C_1 とする。
次の問いに答えよ。

- (1) 媒介変数 t を用いずに、 C_0 を表す x と y との関係式を求めよ。
- (2) C_1 を表す x と y との関係式を求めよ。
- (3) C_0 の $y \geq 0$ の部分と x 軸とで囲まれた領域 E を図示し、 E の面積を求めよ。
ただし、 E の境界線はすべて含むものとする。

令和 6 年度（2024 年度）東北大学


A〇入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験② 封筒

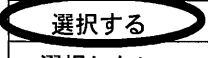
令和 5 年 11 月 4 日

志願学部／学科	試験時間	問題冊子数
医学部医学科	13:00～14:20 (80分)	3冊


注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この封筒を開いてはいけません。
- この封筒には、「問題冊子」3冊、「解答用紙」3種類、「メモ用紙」1冊が入っています。
- 筆記試験②は、＜必答問題1＞、＜選択問題1＞、＜選択問題2＞の3冊からなります。
※ 必答問題1の他に、＜選択問題1～2＞のうちから1つを選択し、解答してください。選択問題を選択しなかった場合は、失格となります。
※ ＜選択問題＞の解答用紙1枚目の所定の欄に、選択の有無を  で囲んでください。

選択する場合：

 選択する
選択しない

選択しない場合：

選択する
 選択しない

- ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出てください。問題冊子のホチキスは外さないでください。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」は1枚につき1か所の所定の欄に、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。選択しない問題の解答用紙にも受験記号番号を記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は、「解答用紙」は全て回収しますので持ち帰ってはいけません。本封筒、「問題冊子」及び「メモ用紙」は持ち帰ってください。

令和6年度（2024年度）東北大学
AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<必答問題1>

令和5年11月4日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部医学科	13:00~14:20 (80分)	15ページ

——このページは白紙——

——このページは白紙——

必要があれば次の数値を用いなさい。

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 絶対零度： $-273 \text{ }^\circ\text{C}$

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

原子量： H = 1.0 Li = 6.9 C = 12.0 O = 16.0 Cl = 35.5 K = 39.1

1 不揮発性の物質を純溶媒に溶解した溶液の蒸気圧に関する文〔I〕と2種類の揮発性の液体どうしを混合した溶液の蒸気圧に関する文〔II〕を読んで、問1から問5に答えなさい。

〔I〕 気液平衡のときに蒸気を示す圧力を飽和蒸気圧または単に蒸気圧という。一定温度において、液体状態にある純粋な物質（純溶媒）はその物質に固有の蒸気圧を示す。一方、純溶媒に不揮発性の物質を溶解した溶液の蒸気圧は純溶媒よりも低くなる。この現象を蒸気圧降下といい、純溶媒の蒸気圧 P_0 と溶液の蒸気圧 P には次のような関係がある。

$$P = xP_0 \quad \text{————— ①}$$

P [Pa] : 溶液の蒸気圧

x : 溶媒のモル分率

P_0 [Pa] : 純溶媒の蒸気圧

モル分率とは、混合物に含まれるすべての成分の総物質質量 [mol] に対する特定の成分の物質質量 [mol] の割合のことである。溶媒のモル分率 x は、溶媒の物質質量を N [mol]、不揮発性の溶質の物質質量を n [mol] とすると、

$$x = \frac{N}{N+n} \quad \text{————— ②}$$

と表される。

蒸気圧降下の度合いである $P_0 - P$ を ΔP で表すと、純溶媒の蒸気圧 P_0 に対する ΔP の割合は、式①、②より

$$\frac{\Delta P}{P_0} = \frac{P_0 - P}{P_0} = \boxed{\text{ア}} \quad \text{————— ③}$$

また、溶媒のモル質量を M [g/mol] とし、 M , N , n を用いてその溶液の質量モル濃度 m [mol/kg] を表すと、

$$m = \boxed{\text{イ}} \times 10^3 \quad \text{————— ④}$$

希薄溶液においては $n \ll N$ であるから、 $n+N \doteq N$ と近似すると、

式③より

$$\Delta P = \boxed{\text{ア}} \times P_0 \doteq \frac{n}{N} \times P_0 \quad \text{————— ⑤}$$

式④より

$$\frac{n}{N} = \boxed{\text{ウ}} \times 10^{-3} \quad \text{————— ⑥}$$

したがって

$$\Delta P = km \quad (k: \text{比例定数}) \quad \text{————— ⑦}$$

以上より、希薄溶液においては、蒸気圧降下の割合はその溶液の質量モル濃度に比例するといえる。

問1 空欄 $\boxed{\text{ア}}$ にあてはまる文字式を N と n を用いて、空欄 $\boxed{\text{イ}}$ にあてはまる文字式を N , n , M を用いて、空欄 $\boxed{\text{ウ}}$ にあてはまる文字式を M , m を用いてそれぞれ書きなさい。

問2 純粋な水の蒸気圧は 60°C で 2.0×10^4 Pa である。 60°C の水溶液について式⑦の比例定数 k を有効数字2桁で求め、単位をつけて答えなさい。

問3 グルコース 1.80 g を水 100 g に溶かした水溶液をビーカーAに、グルコース 0.45 g を水 100 g に溶かした水溶液をビーカーBに入れ、図1のように密閉容器中に並べて置き、容器内を 60°C に保った。次の(1)および(2)に答えなさい。ただし、密閉容器内に存在する水蒸気の質量は無視することができ、実験中にビーカーから水溶液があふれることはないとする。また、グルコースのモル質量は 180 g/mol とする。

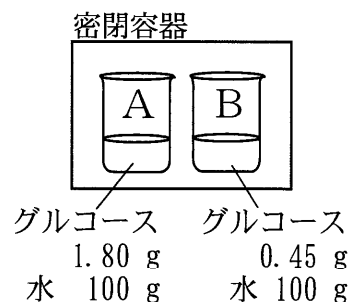


図1

- (1) 十分に時間が経過してそれ以上変化がみられなくなったとき、質量が増加しているのはどちらのビーカーの水溶液か。該当するビーカーの記号を解答用紙にあるA・Bから選んで○で囲みなさい。また、質量は何 g 増加しているか。その数値を有効数字 2 桁で書きなさい。
- (2) (1) のとき、ビーカー A の水溶液の蒸気圧は、60 °C の純粋な水の蒸気圧と比較して何 Pa 減少しているか。式⑦および問 2 で求めた比例定数 k の値を用いて計算し、その数値を有効数字 2 桁で書きなさい。

〔Ⅱ〕 揮発性の液体どうしを混合した溶液では、蒸気も混合気体となる。いずれも揮発性の純粋な液体 C と純粋な液体 D を均一に混合したとすると、C の蒸気圧 P_C について以下の式が成り立つ。D の蒸気圧 P_D についても同様の式が成り立つ。

$$P_C = x_C P_C^*$$

P_C [Pa] : 溶液における C の蒸気圧

x_C : 溶液中の C のモル分率 ($0 \leq x_C \leq 1$)

P_C^* [Pa] : 純粋な液体 C の蒸気圧

すべてのモル分率においてこの式を満たすような溶液を理想溶液という。分子の構造や大きさ、分子間力の大きさなどが似ている液体どうしの混合物には理想溶液に近いふるまいを示すものもある。

ここでは、理想溶液とみなすことができる液体 C と液体 D の混合物について考える (図 2)。ある温度のもとでそれぞれの成分が示す蒸気圧とモル分率の関係を図 3 に示した。全圧は C の蒸気圧 P_C と D の蒸気圧 P_D の和を表している。温度は常に一定に保たれているとする。

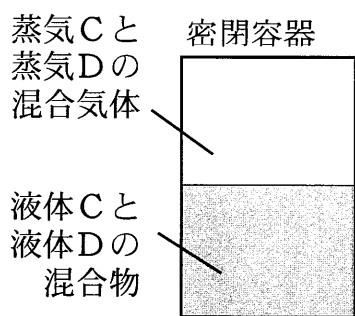


図2

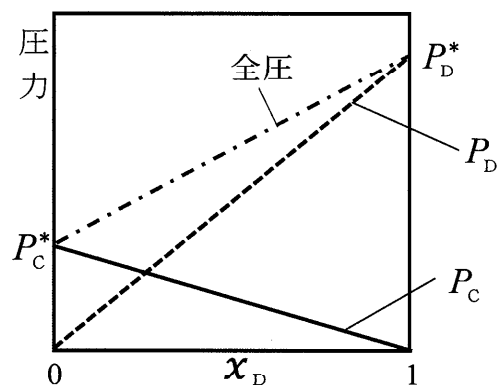


図3

問4 図3において全圧を P とする。全圧 P を表す直線の傾きを P_C^* と P_D^* を用いた文字式で表し、空欄 に書きなさい。 x_D は溶液中のDのモル分率である。

$$P = (\text{エ}) \times x_D + P_C^* \quad (0 \leq x_D \leq 1)$$

問5 溶液中のDのモル分率が0.25のとき全圧は 1.0×10^5 Paであった。このとき、次の(1)から(3)に答えなさい。ただし、純粋な液体Dの蒸気圧 P_D^* は 1.8×10^5 Paであるとする。

- (1) 溶液におけるCの蒸気圧 P_C は何 Pa か。その数値を有効数字2桁で書きなさい。
- (2) 純粋な液体Cの蒸気圧 P_C^* は何 Pa か。その数値を有効数字2桁で書きなさい。
- (3) 蒸気Cと蒸気Dの混合気体を集めて凝縮させた。凝縮させた液体に含まれるCとDの物質比を最も簡単な整数比で表し、空欄 および空欄 に書きなさい。

$$(C \text{ の物質質量}) : (D \text{ の物質質量}) = \text{オ} : \text{カ}$$

2 次の文章〔Ⅰ〕、〔Ⅱ〕および〔Ⅲ〕を読んで、問1から問8に答えなさい。

〔Ⅰ〕 ある反応が進行するかどうかは、その反応の活性化エネルギーが正反応も逆反応も十分に速く起こるほど低い場合には、次の2つの要因によって決まる。なお、以下の文章では融解や溶解などの状態の変化も広義の反応に含めて述べる。

1つの要因は、反応物から生成物に変化する際の内部エネルギーの変化である。内部エネルギーとは、いま観察者が注目している部分（これを系という）がもつ全エネルギー、すなわち運動エネルギーや結合エネルギーの総和のことである。一般に内部エネルギーが小さいほどその系は安定である。この変化の過程で系の内部エネルギーが減少する場合には、系はその分のエネルギーを熱として系の外部に放出するので発熱反応となり、また生成物は反応物よりも安定になるので、反応は自発的に進行しやすい。逆に、系の内部エネルギーが増加する場合には、その分のエネルギーを系の外部から取り込むので吸熱反応となり、生成物は反応物よりも不安定になるので反応は進行しにくい。

もう1つの要因は、反応物から生成物に変化する際の系の乱雑さの変化である。反応によって系の乱雑さが増加する場合には、その反応は自発的に進行しやすいことが知られている。逆に、反応によって系の乱雑さが減少する場合には、その反応は進行しにくい。ここで、系の乱雑さが増加する変化とは、(a)固体から液体へ（融解）、液体から気体へ（気化）などの状態変化、(b)分離されていた2つの物質が均一に混じり合う変化（気体の混合、固体の溶媒への溶解など）、(c)化学反応において反応物より生成物の方が分子の数が増える変化などである。

ある反応において、上記2つの要因の効果が互いに強め合う場合には、反応は不可逆となり、自発的に進行するか、または全く進行しないかのどちらかとなる。一方、2つの要因の効果が互いに弱め合う場合には、反応は可逆となり、自発的に進行するかどうかは、その反応条件で2つの要因のどちらが大きいかによって決まる。たとえば、反応の進行に対して、反応による内部エネルギーの増加が与える効果が、乱雑さの増加が与える効果より大きければ、その反応は自発的には進行しないが、小さければ自発的に進行する。

問1 次の反応(ア)から(オ)は、それぞれ下の表の反応の分類AからDのどれにあてはまるか。解答欄にAからDの記号を記入しなさい。なお、これらの反応の最初と最後で系の温度は同じであるとする。

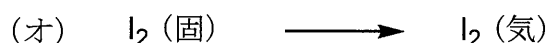
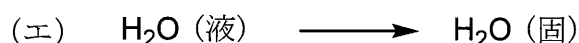
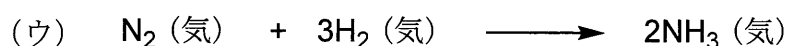
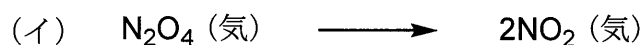
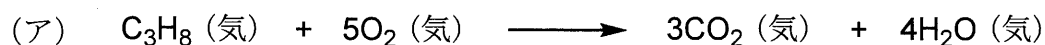
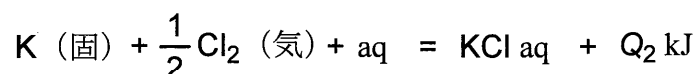
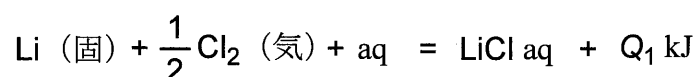


表 熱の出入りと乱雑さの変化による反応の分類

反応の分類	熱の出入り	乱雑さの変化
A	発熱	増加
B	吸熱	減少
C	発熱	減少
D	吸熱	増加

問2 LiCl (固) および KCl (固) の 25°C での水への溶解熱はそれぞれ 37.1 kJ/mol および -17.2 kJ/mol である。次の(1)および(2)に答えなさい。

(1) LiCl (固) および KCl (固) の 25°C での生成熱はそれぞれ 408.8 kJ/mol および 435.9 kJ/mol である。次の熱化学方程式の Q_1 と Q_2 を比べ、大きい方の値を求めて小数第1位まで答えなさい。なお、aq は溶媒としての多量の水を、化学式の後に付けたaq は水溶液を表す。



(2) KCl (固) の水への溶解は吸熱反応であるが、自発的に進行する。その理由を「内部エネルギー」および「乱雑さ」という語句を用いて40~50字程度で説明しなさい。

〔Ⅱ〕塩化リチウムおよび塩化カリウムの結晶はいずれも塩化ナトリウム型構造（図 1）をとっている。塩化リチウムおよび塩化カリウムの融点はそれぞれ $613\text{ }^{\circ}\text{C}$ および $776\text{ }^{\circ}\text{C}$ であるが、塩化リチウムと塩化カリウムを塩化リチウム：塩化カリウム = 6:4 の物質質量比で含む均一な混合物は、 $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ では融解し液体となっている。この融解している塩、すなわち熔融塩を熔融塩 E とする。

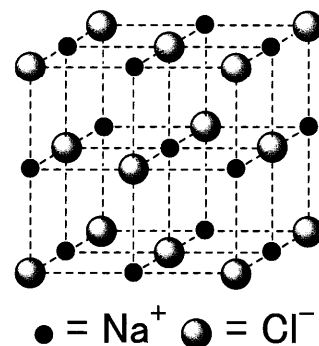


図1 塩化ナトリウム型構造

熔融塩 E 100.0 g を $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ に保ち、適切な材質の電極 X および電極 Y を挿入して電極 X と電極 Y との間に 3.6 V の電圧をかけたところ、電極 X 上にはリチウム単体（融点 $181\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）が液体として生成し、電極 Y 上には塩素が気体として発生した。液体のリチウムの密度は熔融塩 E の密度よりも小さいため、生成したリチウムは熔融塩 E に浮かんでくるので、これを塩素と接触させないようにして集めることによりリチウム単体が得られた。なお、この電気分解の間に塩化カリウムは変化せず、また熔融塩 E は液体の状態を保っていたとする。

問 3 塩化カリウム結晶の単位格子 1 個当たりの質量は何 g か。その数値を有効数字 2 桁で答えなさい。

問 4 下線部において、電極 X および電極 Y のうち一方は陽極、もう一方は陰極である。(ア) 陽極上および(イ) 陰極上で起こる反応を、それぞれ電子 (e^-) を含むイオン反応式で書きなさい。

問 5 電極 X と電極 Y との間に 5.0 A の一定電流が 2.0 時間流れたとすると、得られるリチウム単体の物質質量は何 mol か。その数値を有効数字 2 桁で答えなさい。

〔Ⅲ〕 (a) 酸化物には、水と反応させて水溶液としたときに、その水溶液が酸性を示すものから塩基性を示すものまで様々なものがある。また、水に溶けない酸化物でも、酸や塩基の水溶液と反応して溶けるものがある。たとえば、(b) 酸化アルミニウムは両性酸化物と呼ばれ、強酸とも強塩基とも反応して溶ける。また、二酸化ケイ素は常温ではほとんどの酸や塩基に対して安定であるが、(c) フッ化水素酸（フッ化水素の水溶液）とは反応して溶ける。

問 6 下線部 (a) に関連して、下の (ア) から (オ) に示す酸化物 0.1 mol を水 1 L に溶かし、得られた水溶液の pH を比べたとき、pH が最も低いもの、2 番目に低いものおよび 3 番目に低いものを下の (ア) から (オ) の中からそれぞれ選び、それらの記号を pH が低い順に、左から右に列記しなさい。

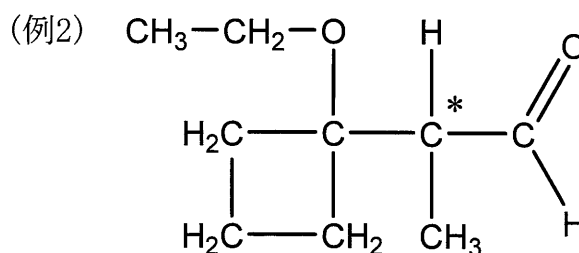
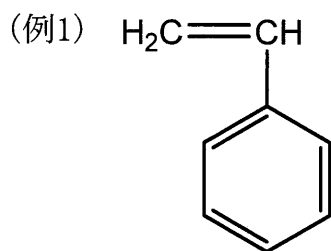
(ア) BaO (イ) SO₃ (ウ) Na₂O (エ) P₄O₁₀ (オ) CO₂

問 7 下線部 (b) に関して、次の反応 (1) および (2) のイオン式を含まない化学反応式をそれぞれ書きなさい。

- (1) 酸化アルミニウムと塩酸との反応
- (2) 酸化アルミニウムと水酸化ナトリウム水溶液との反応

問 8 下線部 (c) で起こる反応のイオン式を含まない化学反応式を書きなさい。

3 次の問1から問5に答えなさい。構造式や不斉炭素原子の表示(*)を求められた場合には、(例1) および (例2) にならって書きなさい。



問1 示性式 $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ で表されるアルコールの構造式を図1に示す。これらの中で、下の条件(1)から(4)の各々に当てはまるアルコールをAからDの中から選び、その記号を解答欄に書きなさい。なお、それぞれの条件において、解答は1つとは限らない。

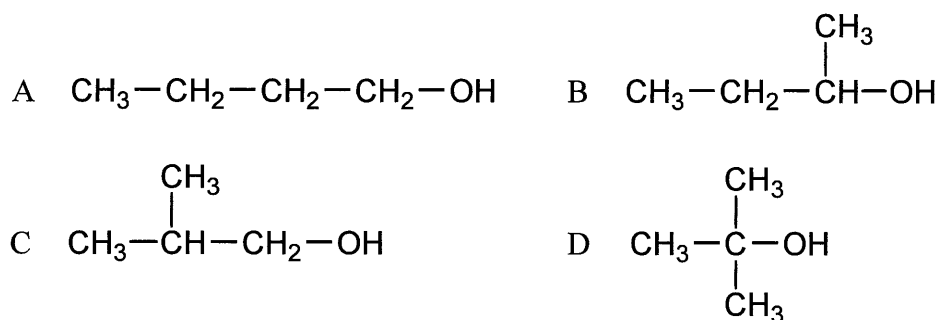


図1

- (1) 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加え穏やかに加熱すると、ケトンを生成するアルコール
- (2) 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加え穏やかに加熱すると、カルボン酸を生成するアルコール
- (3) 酸を加えて加熱し、分子内脱水反応を起こさせて生じるアルケンが、エチル基を含まないアルケンのみであるアルコール
- (4) ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、 CHI_3 が主要生成物の1つとして生じるアルコール

問2 ベンゼンの反応に関する次の文章を読んで、下の(1)から(3)に答えなさい。

ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸を加えて 60 °Cで反応させると、水より密度が高く水に溶けない無色から淡黄色の液体である が生成する。また、^(a) ベンゼンと濃硫酸との反応では、水溶性のベンゼンスルホン酸が生成する。触媒として塩化鉄(Ⅲ)を用いて、ベンゼンを塩素と反応させると、クロロベンゼンが生成する。 これら 3つの反応は 反応に分類される。

一方、紫外線を照射しながらベンゼンと塩素とを反応させると、 が生成する。また、ベンゼンを白金やニッケルなどを触媒として圧力をかけた水素と反応させると、環状化合物 C_6H_{12} が生成する。これら 2つの反応は 反応に分類される。

(1) 空欄 および に入る化合物を構造式で書きなさい。

(2) 空欄 および に入る最も適切な語句を、下の枠の中から選んで書きなさい。

脱離	付加	分解	重合	置換
----	----	----	----	----

(3) 下線部 (a) の反応の化学反応式を書きなさい。その際、芳香族化合物は構造式で書きなさい。

問3 クロロベンゼン，フェノール，安息香酸およびアニリンを含むジエチルエーテル溶液 C が分液ロートに入っている。この溶液 C から，それぞれ次の化合物 (1) と (2) のみを分離したい。いずれの場合も，下の (ク) を最後の操作として行うこととし，それ以前に行うすべての操作を，下の〔操作〕の中の (ウ) から (キ) の中から選んで，その操作の順番に左から右に記号を列記しなさい。なお，(ク) より前に行う操作は，(1) では 2 つ，(2) では 3 つである。

(1) アニリン

(2) フェノール

〔操作〕

- (ウ) 溶液 C に希塩酸を加えて振り混ぜ，分離した下層を流し出す。
 - (エ) 溶液 C に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ，分離した下層を流し出す。
 - (オ) 下層を流し出して残った上層に，水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ，分離した下層を流し出す。
 - (カ) 流し出した下層を別の分液ロートに入れる。それに希塩酸を加えて酸性にした後，ジエチルエーテルを加えて振り混ぜ，分離した下層を流し出す。
 - (キ) 流し出した下層を別の分液ロートに入れる。それに水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後，ジエチルエーテルを加えて振り混ぜ，分離した下層を流し出す。
-



〔最後の操作〕

- (ク) 下層を流し出して残った上層をフラスコに移し，溶媒を蒸発させて除く。
-

問4 次の指定された条件 (1) から (4) を満たす有機化合物のうち、不斉炭素原子を 1 個もつものの構造式をそれぞれ 1 つずつ書きなさい。不斉炭素原子には * 印を付けなさい。

- (1) 分子式 C_7H_{16} をもち 3 個の炭素と結合している炭素を 2 個含むアルカン
- (2) 分子式 $C_5H_{12}O$ をもつエーテル
- (3) 分子式 C_5H_8O をもち四員環構造 (4 個の原子からなる環状構造) をもつケトン
- (4) 分子式 $C_3H_6O_3$ をもつヒドロキシ酸

問5 炭素、水素、酸素のみから構成される有機化合物 X について行った実験 1 から実験 3 の文章を読み、(1) および (2) に答えなさい。

実験 1 化合物 X は分子量 200 以下のエステルである。化合物 X 71.0 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 176.0 mg と水 63.0 mg のみを得られた。

実験 2 化合物 X を水酸化ナトリウムで完全に加水分解し、希塩酸を加えて酸性にすると、カルボン酸 Y と第 2 級アルコール Z のみを得られた。カルボン酸 Y の分子量を測定したところ 72.0 であった。

実験 3 第 2 級アルコール Z はヨードホルム反応を示さなかった。

- (1) 化合物 X の分子式を書きなさい。
- (2) 化合物 X の構造式を書きなさい。

令和6年度（2024年度）東北大学

A〇入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<選択問題1>

令和5年11月4日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部医学科	13:00～14:20 (80分)	12ページ

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1

図1のように、表面のあらい円盤があり、円盤は軸を中心に回転装置で回転することができるようになっている。長さ l の軽くて伸び縮みしない棒の一端に質量 m の小物体を取り付け、他端を円盤の軸になめらかに自由に動くことができるように取り付けた。小物体と円盤との間の静止摩擦係数は μ 、動摩擦係数は μ' であり、棒と円盤との間に摩擦力ははたらかない。円盤は傾きを変えることができ、鉛直線と円盤の軸との間の角度（傾き角）を φ とする。円盤表面と円盤の軸の交点を原点 O として、水平方向に x 軸、傾いた斜面にそって下方に y 軸をとる。座標軸は円盤の回転とともに回転しないものとし、 y 軸と棒がなす角度を θ として円盤の軸を上から見て反時計回りを正の角度とする。重力の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとする。角度はラジアンを用いて表す。

次の問1～問8に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

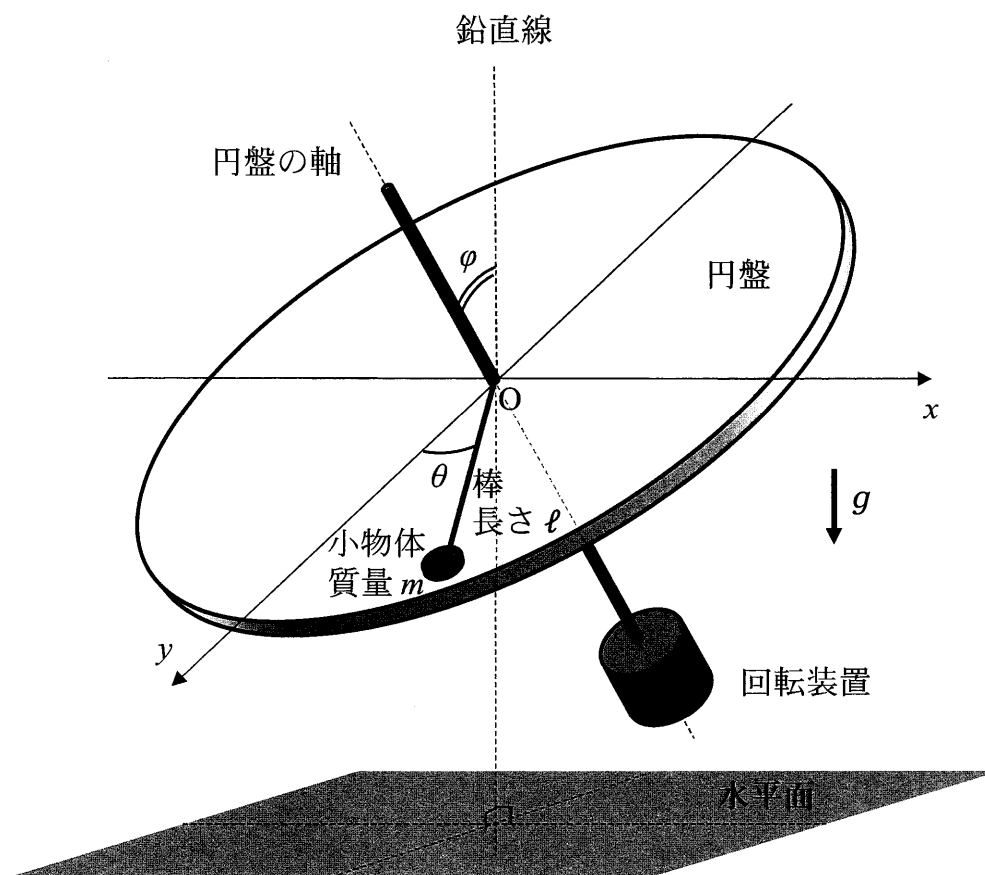


図1

※ 採点では、重力加速度の大きさを g として計算している解答も、論理的に間違いが無ければ正解として扱った。

はじめに、円盤の傾き角を $\varphi = \frac{\pi}{2}$ とした。円盤は回転していない。

問1 図2のように、小物体を $\theta = \frac{2}{3}\pi$ の角度の位置から静かにはなすと、小物体は円盤の表面から離れることなく運動した。 $\theta = \frac{1}{3}\pi$ の角度の位置を通過するとき小物体が棒から受ける力の大きさ S を、 m 、 g 、 ℓ から必要なものを用いて表せ。また、その力の向きを答えよ。

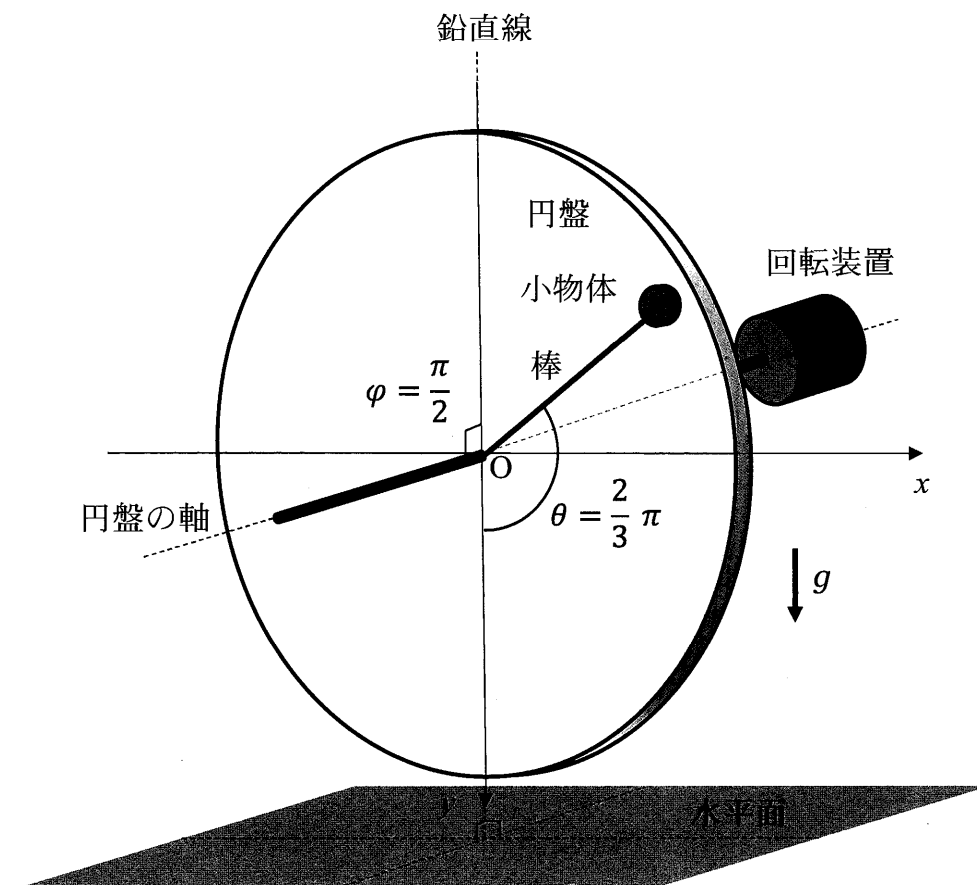


図2

問2 $|\theta|$ が十分小さい角度の位置から小物体を静かにはなしたとき、小物体は円盤の表面にそって $x = 0$ 、 $y = \ell$ の点を中心に、 ℓ に比べて十分小さな振幅で振動した。このとき、小物体にはたらく力が復元力になることを示し、振動の角振動数 ω と周期 T を、 m 、 g 、 ℓ から必要なものを用いて表せ。

なお、必要であれば角度 α について、 $|\alpha|$ が十分小さいときに成り立つ近似式 $\sin \alpha \cong \tan \alpha \cong \alpha$ 、 $\cos \alpha \cong 1$ を用いよ。

次に、円盤を水平にして傾き角を $\varphi = 0$ とした。円盤は回転していない。

問3 小物体を、棒から力を受けないようにして x 軸上の $x = \ell$ の位置に静かに置いた。その後、円盤の傾き角 φ をゆっくり大きくしていくと、傾き角が φ_0 になったときに小物体はすべりだした。静止摩擦係数 μ を、 m, g, φ_0, ℓ から必要なものを用いて表せ。

問4 小物体がすべりだした直後、円盤の傾き角を φ_0 に保った。その後、小物体が θ ($0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$) の角度の位置をはじめて通過する瞬間の、小物体の速さ v を、 $m, g, \varphi_0, \theta, \ell, \mu'$ から必要なものを用いて表せ。

問5 小物体は、 x 座標が負になることなく、ちょうど y 軸上の $y = \ell$ で静止した。 μ' を、 m, g, φ_0, ℓ から必要なものを用いて表せ。

その後、円盤をさらに傾けて傾き角を φ_1 ($\varphi_0 < \varphi_1 < \frac{\pi}{2}$) で固定し、小物体を再び x 軸上の $x = \ell$ の位置に静かに置いた。

問6 小物体は動き出し、 $\theta = -\frac{\pi}{6}$ の角度の位置まですべって静止した。その後、小物体は静止し続けることを、問3、問5の結果を用いて示せ。なお、必要であれば $\sqrt{3} > 1.7$ を用いよ。

図3のように、円盤をさらに傾けて傾き角を φ_2 ($\varphi_1 < \varphi_2 < \frac{\pi}{2}$) で固定し、円盤を θ の正の向きに問2の周期 T に比べて十分短い回転周期で回転装置を用いて回転させた。その後、小物体を θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) の角度の位置に静かに置くと、小物体は円盤上をすべりながら θ_0 ($0 < \theta_0 < \frac{\pi}{2}$) の角度の位置を中心として、 x 座標が負になることなく小さな振幅で運動した。

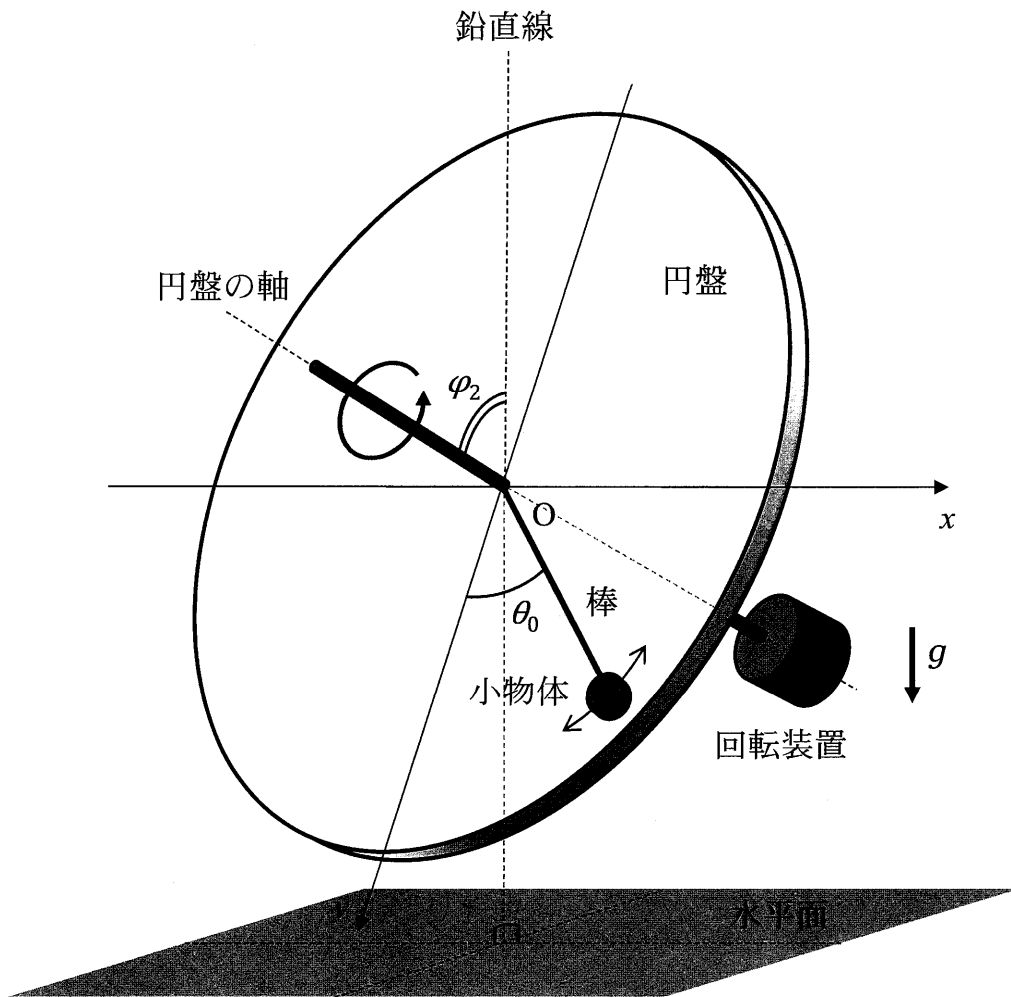


図3

問7 小物体が θ_0 から微小な角度 $\Delta\theta$ だけ振れた $\theta_0 + \Delta\theta$ の角度の位置にあるとき、小物体にはたらく重力と動摩擦力の合力の円弧の接線方向の成分 F を、 $m, g, \varphi_2, \theta_0, \ell, \mu'$ から必要なものを用いて表せ。ただし、力の円弧の接線方向の成分の正の向きは、 θ の大きくなる向きとする。

問8 図4のように、小物体が運動する円弧上の θ_0 の角度の位置を原点 O' として、円弧にそって θ の大きくなる向きを正として X 座標をとると、小物体は X が $-A$ ($A > 0$) から A の間を運動していた。ここで A は ℓ に比べて十分小さかった。このときの $\sin\theta_0$ を、 $m, g, \varphi_2, \ell, \mu'$ から必要なものを用いて表せ。また、小物体の運動の周期 T' と、原点 O' における小物体の速さ V を、 $m, g, \varphi_2, \theta_0, \ell, \mu'$ から必要なものを用いて表せ。

必要であれば、角度 α について $|\alpha|$ が十分小さいときに成り立つ近似式 $\sin\alpha \cong \tan\alpha \cong \alpha$ 、 $\cos\alpha \cong 1$ および、角度 α, β についての関係式 $\sin(\alpha + \beta) = \sin\alpha \cos\beta + \cos\alpha \sin\beta$ を用いよ。

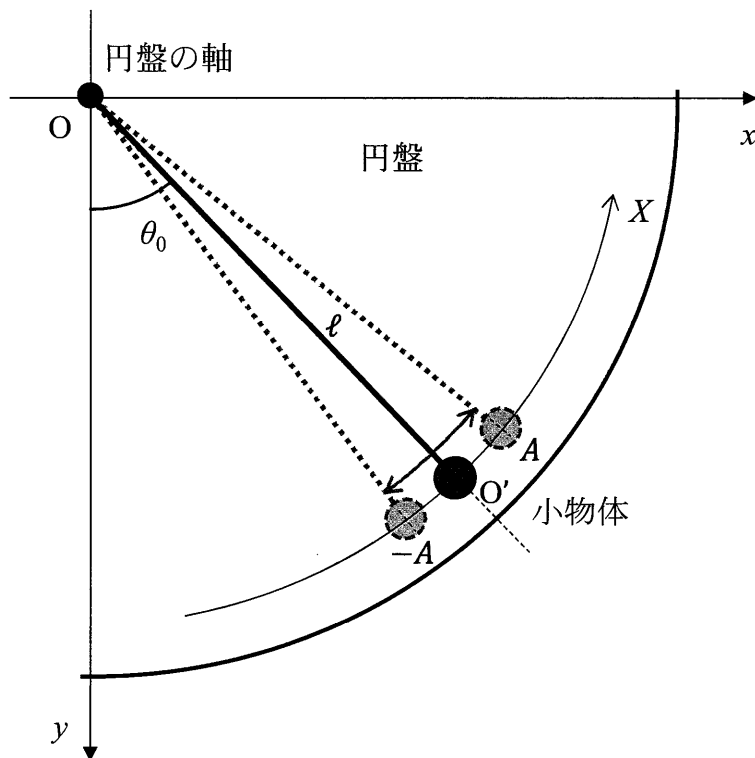


図4

2

図1のように、荷電粒子 A を電場（電界）で加速し磁場（磁界）で進行方向を曲げて、ターゲットに衝突させる装置がある。装置は真空中にあり、荷電粒子 A は質量が m 、電気量が q ($q > 0$) である。

はじめ、荷電粒子 A は平行極板の正の極板の位置に静止しており、電位差が V である平行極板間の一様電場から静電気力を受けて運動し、極板の小さな穴から光速より十分小さい速さ v で射出される。その後、一辺の長さ L の正方形の形をした磁束密度 B の一様磁場の領域の一辺の中点 p で辺に垂直に入射し、一様磁場によって進行方向を角度 θ だけ曲げられ、線分 rs から磁場の外に出てターゲットに向かって直進する。荷電粒子 A の運動は、紙面にそった平面のみに限定されている。

平行極板は、極板の大きさに比べて間隔 d が十分小さく、極板の穴も十分小さい。また、正方形の形の一様磁場は、領域外での磁場はなく、漏れ出した磁場の影響も無視できる。さらに、電磁波および重力、平行極板と一様磁場の領域でのターゲットの電荷の影響は無視できるものとする。クーロンの法則の比例定数を k_0 とし、静電気力による位置エネルギーの基準を無限遠とする。

次の問1～問7に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

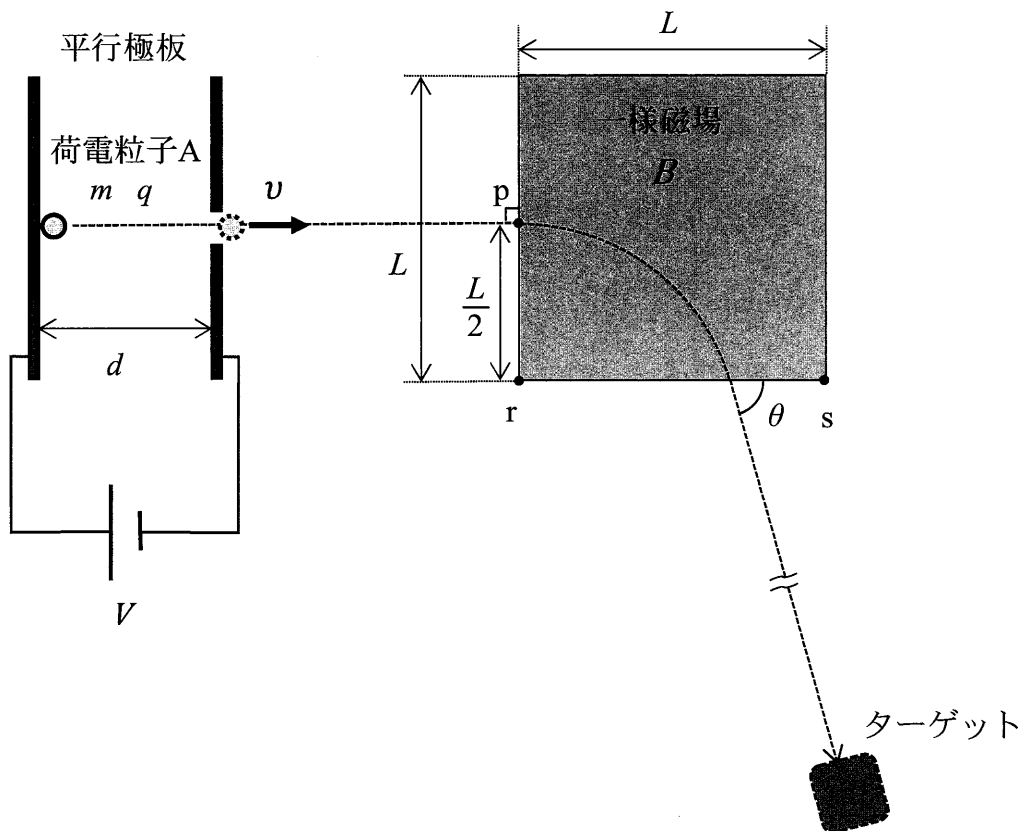


図1

- 問1 荷電粒子 A の，平行極板間における加速度の大きさ a を， m ， q ， V ， d を用いて表せ。
- 問2 極板の穴から射出された直後の荷電粒子 A の速さ v を， m ， q ， V を用いて表せ。
- 問3 一様磁場によって荷電粒子 A は，図1のように進行方向を角度 θ だけ曲げられた。
- (a) 磁場の向きを答えよ。
 - (b) 磁束密度 B を， m ， q ， v ， L ， θ を用いて表せ。
 - (c) 磁場の強さを変化させると角度 θ も変化した。荷電粒子 A が線分 rs から出る条件で角度 θ が最小値をとるときの磁束密度 B_{\min} を， m ， q ， v ， L を用いて表せ。
 - (d) 進行方向が曲げられた前後で荷電粒子 A の速さは変化しないが，その理由を簡潔に説明せよ。
 - (e) 進行方向が曲げられた前後での，運動量の変化の大きさ ΔP と向きを表す角度 φ を， m ， v ， θ から必要なものを用いて表せ。ここで，角度 φ は荷電粒子 A のはじめの進行方向と運動量の変化の向きのなす角度とする。

次に、図2のように、質量 M 、電気量 Q ($Q > 0$) の荷電粒子3つが距離 ℓ で正三角形状に軽く伸び縮みしない棒でつながれた構造の物体 T_1 がある。この物体 T_1 を図1のターゲットとして、荷電粒子 A を、物体 T_1 の3つの荷電粒子が作る面に垂直に、重心の点 G に向けて入射するように置いた。物体 T_1 は変形や回転はしないものとする。

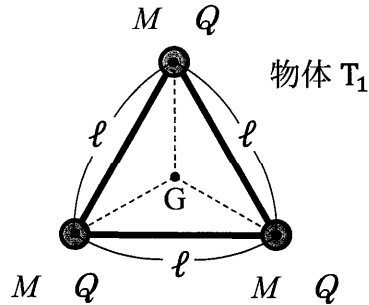


図2

問4 はじめに、物体 T_1 を動かないように固定した状態で荷電粒子 A を入射させると、荷電粒子 A は静電気力のみを受けて運動し逆戻りせずに点 G を通過した。このときの速さ v はある値 v_c よりも大きい必要があった。 v_c を、 m 、 q 、 M 、 Q 、 ℓ 、 k_0 から必要なものを用いて表せ。

問5 次に、物体 T_1 を固定せず自由に動けるようにして静止した状態にして荷電粒子 A を入射させると、荷電粒子 A は静電気力のみを受けて運動し逆戻りせずに点 G を通過した。そのときの平行極板の電圧 V はある値 V_c よりも大きい必要があった。 V_c を、 m 、 q 、 M 、 Q 、 ℓ 、 k_0 から必要なものを用いて表せ。

問6 問5のとき、荷電粒子 A が点 G を通過後、十分に物体 T_1 から離れたときの、荷電粒子 A の速さ v' と物体 T_1 の速さ u' を、 m 、 M 、 v から必要なものを用いて表せ。

さらに、図3のように、表面からの深さによって抵抗力の大きさが異なる物体 T_2 をターゲットとして固定し、荷電粒子 A を物体 T_2 の表面に垂直に入射させた。入射後、荷電粒子 A は物体 T_2 内で抵抗力を受けて減速し、深さ D_2 の位置で静止した。物体の表面からの深さ D に対する抵抗力の大きさ f の関係は図4のように、抵抗力の大きさが表面に入射直後は f_0 で、深さに対して一定の割合で減少して深さ D_1 で f_1 となり、深さ D_1 からは深さに対して一定の割合で増加して深さ D_2 で f_2 となるように変化した。抵抗力は荷電粒子 A の運動方向に対して常に逆向きにはたらいた。

問7 深さ D_2 の位置で静止したときの、平行極板間の電圧 V を、 D_1 、 D_2 、 f_0 、 f_1 、 f_2 、 q 、 m 、 d から必要なものを用いて表せ。

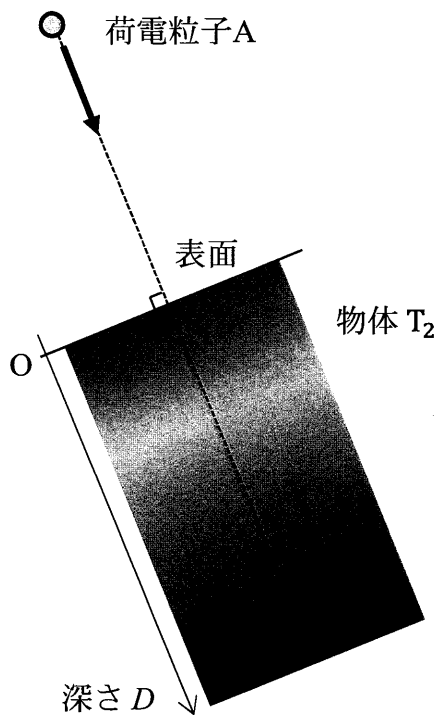


図3

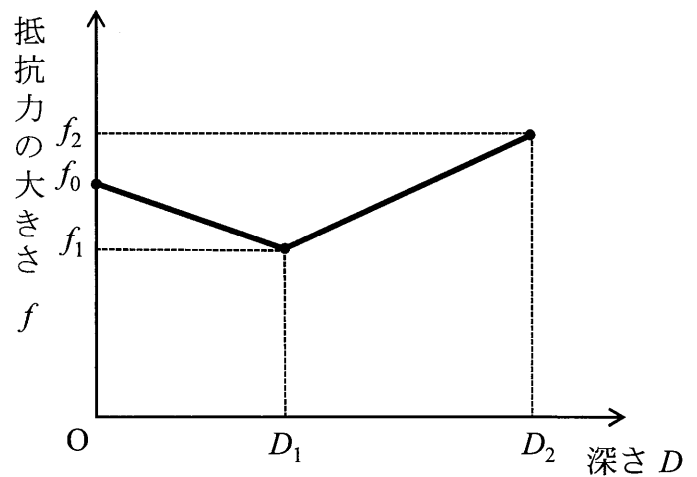


図4

令和6年度（2024年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<選択問題2>

令和5年11月4日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部医学科	13:00~14:20 (80分)	12ページ

B12346

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の〔Ⅰ〕,〔Ⅱ〕の文章を読み、以下の問(1)～(6)に答えよ。

〔Ⅰ〕 全ての染色体は複製起点と呼ばれる領域を持っており、タンパク質の複合体が複製起点内部にある特異的な DNA 配列を認識すると、結合が起こる。その結果、複製が DNA に沿って両方向に進行していく。複合体中の DNA ポリメラーゼは新しいヌクレオチドを既存の鎖に連結することでポリヌクレオチド鎖を伸長させる。しかし、この過程はプライマーと呼ばれる短いヌクレオチド鎖がなければ始まらない。ほとんどの生物でこのプライマーは短い 1 本鎖の である。

次に DNA ポリメラーゼがプライマーの 3'末端にヌクレオチドを付加していき、DNA の当該領域の複製が完了するまで新しい鎖は伸長を続ける。その後プライマーは分解されてその部位に DNA が付加され、形成された DNA 断片は別の酵素の働きで連結される。なお、DNA ポリメラーゼは 5'→3'方向にだけヌクレオチド鎖を伸長することができる。そこで、DNA の 2 本鎖のうち一方の鋳型鎖は、DNA がほどけていく方向に、連続的に新生鎖が伸長していく。この鎖を 鎖と呼ぶ。

もう一方の鋳型鎖は逆向きにしか新生鎖を伸長できない。そこで、DNA がほどけて、ある程度 1 本鎖の部分が長くなると、プライマーが合成された後、DNA ポリメラーゼが、DNA のほどけていく方向とは逆方向に新生鎖を伸長して DNA の断片をつくる。できた断片は という酵素によって、すでにつくられた断片とつながれる。このように、断片がつくられながら不連続に複製されて新しくできた鎖を 鎖という。DNA 複製の過程でつくられる 鎖の断片は、発見者にちなんで と呼ばれている。

〔Ⅱ〕 実験室で DNA を調べたり遺伝子操作を実施したりするためには、DNA 配列のコピーを大量に合成することが必要になる。この DNA の増幅技術を PCR 法という。この方法の主な反応混合物は以下の①～⑤である。

- ① 鋳型として働く 2 本鎖 DNA
- ② 増幅対象となる DNA 配列の両末端に相補的な 2 つのプライマー
- ③ 4 種類のヌクレオチド
- ④ (a)DNA ポリメラーゼ
- ⑤ 適切な塩濃度とともに中性に近い pH を維持するための緩衝液^{かんしょう}
PCR 法の過程は以下の (i) ~ (iii) を繰り返す。

(i) 反応混合物を約 95 °C に加熱する。

(ii) 次に約 60 °C に温度を下げる。

(iii) 次に約 72 °C にする。

これらを繰り返すことで、目的とする DNA 断片を増幅することができる。

問 (1) 上記の文章の ~ に適切な語句を記入せよ。

問 (2) DNA の複製方法には以下の 3 つの仮説が考えられていた。

仮説 1 もとの 2 本鎖 DNA はそのまま残り、新たな 2 本鎖 DNA ができる
保存的複製

仮説 2 もとの 2 本鎖 DNA のそれぞれの鎖を鋳型として、新たなヌクレ
オチド鎖が合成される半保存的複製

仮説 3 もとの 2 本鎖 DNA は分解され、もとの DNA 鎖と新しい DNA 鎖
が混在する 2 本鎖 DNA ができる分散的複製

メセルソンとスタールは 1958 年に下記のような実験を行った。

- ① 大腸菌に $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ を栄養分として与えると、 ^{15}N からなる塩基を持つ重い DNA ができる。
- ② 大腸菌の窒素がほとんど ^{15}N におきかわったところで、 $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ を含む培地に移して大腸菌をさらに増殖させた。
- ③ 1 回、2 回と分裂を繰り返した菌から DNA を抽出し、遠心分離によってその比重を調べた。

この実験からどのような結果が出て、どの仮説が正しいことが証明されたのか、5 行以内で説明せよ。

問 (3) 〔Ⅱ〕で述べた PCR 法を用いて、1500 塩基対の DNA 分子の中に存在する DNA 領域を、プライマー A とプライマー B を用いて増幅することにした。プライマー A の 5'末端は鋳型となる DNA の 250 塩基内側に、プライマー B の 5'末端は鋳型となる DNA の 150 塩基内側に結合する。この DNA 分子を PCR 法で n 回増幅させたら、1100 塩基対からなる目的とする 2 本鎖の DNA 領域は理論的には何本得られるか、 n で表せ。

問 (4) 通常の PCR 法で用いるプライマーは 20 塩基程度とされている。なぜ 20 塩基より少なすぎても、多すぎてもいけないのか、2 行以内で説明せよ。

問 (5) PCR 法で用いる下線部 (a) の DNA ポリメラーゼは一般的な酵素とはどのような点で異なっているか、1 行で説明せよ。

問 (6) DNA の塩基対では A (アデニン) と T (チミン) の対と G (グアニン) と C (シトシン) の対ではどちらの結合が、どういう理由で強いのか、2 行以内で説明せよ。

2 次の〔Ⅰ〕～〔Ⅲ〕の文章を読み、以下の問（１）～（５）に答えよ。

〔Ⅰ〕 筋肉は円筒状で多核の筋細胞からできている。筋細胞の細胞質にはサルコメアという収縮単位が縦に連なった繊維がつまっている。サルコメアではミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが交互に規則正しく配列している。サルコメアはATPを分解する際に発生するエネルギーでミオシンフィラメントとアクチンフィラメントの相対的な滑り運動で収縮する。筋肉の収縮・弛緩は筋細胞内のカルシウムイオンによって調節される。カルシウムイオンは筋小胞体に蓄えられており、収縮時には細胞質に放出され、トロポニンに結合する。(a)トロポニンはカルシウムイオンを結合すると、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントとの相互作用を開始させる。弛緩時にはカルシウムイオンは再び筋小胞体に取り込まれ、ミオシンフィラメントとアクチンフィラメントの相互作用が断たれる。

〔Ⅱ〕 骨格筋の収縮は運動神経によって制御されている。運動神経は、その末端で筋繊維と狭いすきまを隔てて連絡している。この部分をアという。このアで神経伝達物質として使われているアセチルコリンはナトリウムイオンなどを通過させるイオンチャンネルを開かせて、筋細胞の興奮を引き起こす。

脊椎動物の骨格筋を取り出し、それに接続する神経を1回刺激すると短い潜伏期の後、0.1秒ほどの収縮が起こる。このような単一の収縮を単収縮という。この刺激を1秒間に50回与えると、一続きの大きな収縮がみられるようになり、この収縮をイという。通常の骨格筋で起こる収縮はイである。

〔Ⅲ〕 筋収縮は大量の ATP を消費する。したがって、収縮を持続するためには ATP を補充しなければならない。その代表的な物質が骨格筋に多く蓄えられている高エネルギーリン酸化合物である [ウ] である。[ウ] は酵素の働きで [エ] になり、これに伴って ADP が ATP になる。

骨格筋細胞は血中のグルコースを取り込み [オ] として大量に蓄えている。運動時には交感神経とアドレナリンの作用により [オ] の分解が進み、グルコースを生じる。グルコースは解糖系によりピルビン酸に分解され、その過程で 1 分子のグルコースあたり 2 分子の ATP を作る。

以上の反応は酸素を必要としないため、酸素供給の乏しい場合に利用される。ATP 供給は速やかであるが、短時間で枯渇し、[エ] や [カ] が細胞内に蓄積する。[カ] は血中に拡散し、肝臓に運ばれて再びグルコースに合成される。

運動中は心拍の増加と骨格筋における血管の拡張により筋肉の血流量が増し、酸素の供給も増加する。このような条件ではピルビン酸は細胞小器官のミトコンドリアに入り、クエン酸回路や電子伝達系を経て ATP が合成される。

問 (1) 上記の文章の ア ~ カ に適切な語句を記入せよ。

問 (2) 下線部 (a) でトロポニンがカルシウムイオンと結合すると、どのような変化が起こり、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの相互作用が開始されるのか、4 行以内で説明せよ。

問 (3) カエル筋繊維のサルコメアの長さを変えて、張力を測ると図 1 のようになった。このことから予想されるサルコメアの長さ $2.2 \mu\text{m}$ の時の模式図を書け (ミオシンフィラメントとアクチンフィラメントの位置関係を明らかにすること)。

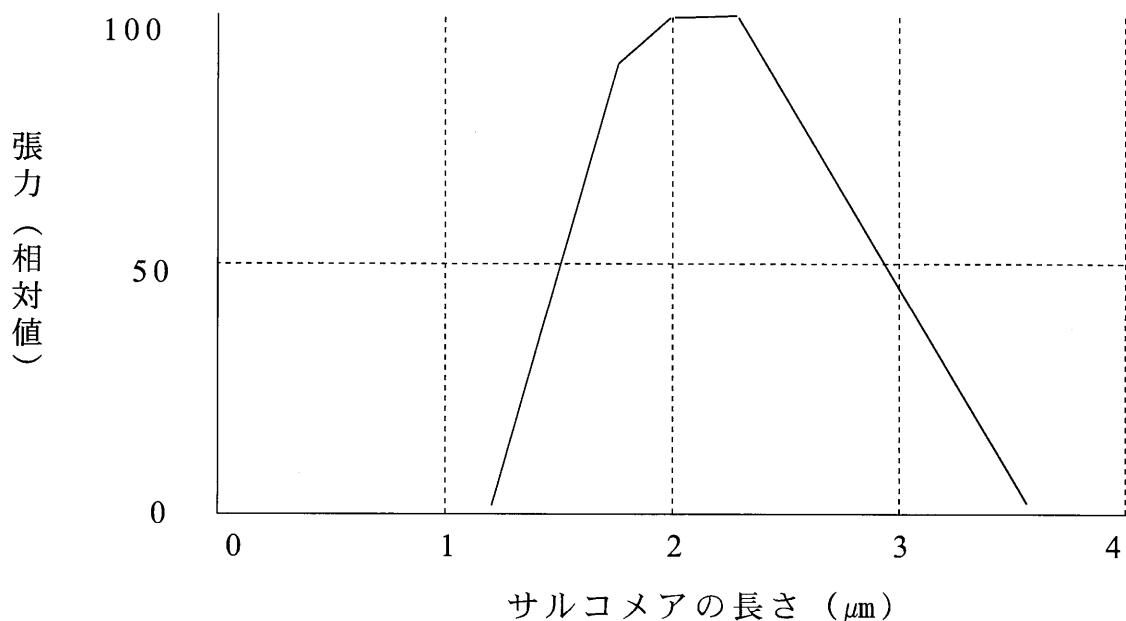


図 1

問 (4) カエルのふくらはぎの筋肉と神経が接する点から 20 mm 離れた A 点と 80 mm 離れた B 点を 1 回だけ刺激したところ、A 点では刺激から 6.3 ミリ秒 後に、B 点の刺激では刺激から 8.4 ミリ秒 後に筋肉の単収縮が記録された。この神経における興奮の伝導速度 (m/秒) を小数第 2 位を四捨五入して答えよ。

問 (5) 呼吸の電子伝達系において ATP がつくられるしくみを以下のキーワードをすべて使用して、5 行以内で説明せよ。

<キーワード>

ミトコンドリア，マトリックス，膜間，電子，ATP 合成酵素，水素イオン，タンパク質複合体，NADH，エネルギー

3 次の〔Ⅰ〕～〔Ⅲ〕の文章を読み、以下の問（1）～（6）に答えよ。

〔Ⅰ〕 オオムギの種子などは主にデンプンを含む大きな「ア」をもつ。このような種子においては、胚で生産されたジベレリンが、「ア」を囲むように存在する糊粉層こふんそうに対して分泌され、アミラーゼなどの酵素の生産を誘導する。こうして生産されたアミラーゼは「ア」に含まれるデンプンを分解し、発芽後の芽生えの成長エネルギー源として利用される。

オオムギの種子を半分に切ると、胚を含んだ側はアミラーゼの誘導が観察され、胚を含まない側はアミラーゼが誘導されない。したがって、胚がジベレリンの供給源であることがわかる。
(a)ジベレリンをある巨大分子に結合させた化合物は、細胞膜を通過できないが、これを糊粉層の細胞のプロトプラスト（細胞壁を取り除いた細胞）に作用させると、アミラーゼの生産を促すことができる。しかし、ジベレリンを糊粉層のプロトプラスト内に注入しても、アミラーゼの誘導は観察されない。

〔Ⅱ〕 頂芽優勢はオーキシシンとサイトカイニンによって制御されている。頂芽優勢に関しては以下の①～⑤の実験結果が得られている。

- ① 頂芽を切除すると、切り口に近い側芽が成長を開始する。
- ② 頂芽の切り口にオーキシシンを与えると、頂芽優勢が維持され、側芽の成長は抑制される。
- ③ 頂芽切除後、側芽に直接オーキシシンを与えた場合は、頂芽優勢は維持されず、側芽は成長を開始する。
- ④ 頂芽を切除しなくても、オーキシシンの**(b)極性移動**を阻害する物質を茎に与えると、それより下位の側芽は成長を開始する。
- ⑤ 頂芽を切除しなくても、サイトカイニンを直接側芽に与えると、側芽は成長を開始する。

〔Ⅲ〕 多くの植物では花芽形成は日長による制御を受けている。連続した暗期が より短いと花芽が形成される植物は長日植物と呼ばれ、 より長いと花芽が形成される植物は短日植物と呼ばれている。一方、日長時間に関係なく花芽が形成される植物を と呼ぶ。

花芽の形成は日長時間を感知した葉で花成ホルモンがつくられ、これが茎頂分裂組織に移動することにより花芽が形成されると考えられている。

シロイヌナズナの変異体による研究で花成ホルモンに関係する遺伝子として *FT* 遺伝子が同定された。日長を感知した葉で *FT* タンパク質が合成され、^(c)この *FT* タンパク質が師管を通過して茎頂分裂組織に移動し、花芽が形成される。

- 問 (1) 上記の文章の ~ に適切な語句を記入せよ。
- 問 (2) 種子が休眠することの 2 つの意義について、2 行以内で説明せよ。
- 問 (3) 下線部 (a) のような現象がなぜ起こるのか、1 行で説明せよ。ただし、ある巨大分子だけではアミラーゼの誘導に関与しないことがわかっている。
- 問 (4) 〔Ⅱ〕の実験結果から、頂芽優勢はどのようなしくみで起こると考えられているか、3 行以内で説明せよ。
- 問 (5) 下線部 (b) のオーキシンの極性移動のしくみについて、3 行以内で説明せよ。
- 問 (6) 下線部 (c) の *FT* タンパク質はどのような働きをするのか、2 行以内で説明せよ。

令和 6 年度（2024 年度）東北大学

AO 入試（総合選抜型）II 期

筆記試験③問題

令和 5 年 11 月 4 日

志望学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	15：20～17：20 (120分)	15 ページ

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は 15 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 解答は、必ず**黒鉛筆**（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
5. 「解答用紙」の受験記号番号欄（1 枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
6. 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
7. **特に指示がない場合は、日本語で答えなさい。**
8. 解答に日本語での字数の指定のある場合は、句読点、数字、アルファベット、記号も 1 字として数えてください。
9. 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下の英文は 2023 年 2 月 8 日付けの CNN ニュースに掲載された「The earthquake in Turkey is one of the deadliest this century. Here's why」と題された記事である。この英文を読んで質問に答えなさい。

More than 12,000 people have been reported killed and tens of thousands of others injured by the devastating earthquake that rocked Turkey and Syria on Monday.

More than 12,000 people :
最終的には 73,000 人以上の死者となった

Thousands of buildings collapsed in the two nations and aid agencies are warning of “catastrophic” repercussions in northwest Syria, where millions of vulnerable and displaced people were already relying on humanitarian support.

Massive rescue efforts are underway with the global community offering assistance in search and recovery operations. Meanwhile agencies have warned that fatalities from the disaster could climb significantly higher.

fatalities : 死亡者

Here's what we know about the quake and why it was so deadly.

Where did the earthquake hit?

One of the most powerful earthquakes to hit the region in a century rocked residents from their slumber in the early hours of Monday morning around 4 a.m. The quake struck 23 kilometers (14.2 miles) east of Nurdagi, in Turkey's Gaziantep province, at a depth of 24.1 kilometers (14.9 miles), the United States Geological Survey (USGS) said.

slumber : 眠り
Nurdagi : 地名
Gaziantep : トルコ共和国南東部の県

① A series of aftershocks reverberated through the region in the immediate hours after the initial incident. A magnitude 6.7 aftershock followed 11 minutes after the first quake hit, but the largest temblor, which measured 7.5 in magnitude, struck about nine hours later at 1:24 p.m., according to the USGS.

reverberate : 響き渡る

temblor : 地震

That 7.5 magnitude aftershock, which struck around 95 kilometers (59 miles) north of the initial quake, is the strongest of more than 100 aftershocks that have been recorded so far.

② Rescuers are now racing against time and the elements to pull survivors out from under debris on both sides of the border. More than 5,700 buildings in Turkey have collapsed, according to the country's disaster agency.

debris : 瓦礫

Monday's quake was also one of the strongest that Turkey has experienced in the last century – a 7.8 magnitude quake hit the east of the country in 1939, which resulted in more than 30,000 deaths, according to the USGS.

Why was this one so deadly?

③ A number of factors have contributed to making this earthquake so lethal. One of them is the time of day it occurred. With the quake hitting early in the morning, many people were in their beds when it happened, and are now trapped under the rubble of their

rubble : 瓦礫

homes.

Additionally, with a cold and wet weather system moving through the region, poor conditions have made reaching affected areas trickier, and rescue and recovery efforts on both sides of the border significantly more challenging once teams have arrived.

Temperatures are already bitterly low, but on Wednesday were expected to plummet several degrees below zero. An area of low pressure currently hangs over Turkey and Syria. As that moves off, this will bring “significantly colder air” down from central Turkey, according to CNN’s senior meteorologist Britley Ritz.

plummet : 急落する
low pressure : 低気圧

It was forecast to be -4 degrees Celsius (24.8 degrees Fahrenheit) in Gaziantep and -2 degrees in Aleppo on Wednesday morning. On Thursday, the forecast falls further to -6 degrees and -4 degrees respectively.

Gaziantep : 地名
Aleppo : 地名

With scattered showers and snow in the region set to continue, the elements are putting the lives of those trapped underneath the rubble – who have already gone days without food and water – at risk of hypothermia. Meanwhile, officials have asked residents to leave buildings for their own safety amid concerns of more aftershocks.

hypothermia : 低体温症

Why have so many buildings toppled?

With so much damage in both countries, many are starting to ask questions about ④the role that local building infrastructure might have played in the tragedy.

“The thing that strikes mostly are the type of collapses – what we call the pancake collapse – which is the type of collapse that we engineers don’t like to see,” said Mustafa Erdik, a professor of earthquake engineering at Bogazici University in Istanbul. “In such collapses, it’s difficult – as you can see – and a very tragic to save lives. It makes the operation of the search and rescue teams very difficult.”

Bogazici University in
Istanbul : イスタンブールのボアズィチ大学

Erdik told CNN the images of widespread destruction and debris indicates “that there are highly variable qualities of designs and construction.” He says the type of structural failures following an earthquake are usually partial collapses. “Total collapses are something you always try to avoid both in codes and the actual design,” he added.

USGS structural engineer Kishor Jaiswal told CNN Tuesday that Turkey has experienced significant earthquakes in the past, including a quake in 1999 which hit southwest Turkey and killed more than 14,000 people. Because of this, he said, many parts of Turkey have regional building regulations to ensure construction projects can withstand these types of events.

But not all buildings have been built according to ⑤the modern Turkish seismic standard, Jaiswal said. Deficiencies in the design and construction, especially in older buildings, mean that many buildings could not withstand the severity of the shocks.

seismic standard : 耐震基準

“If you are not designing these structures for the seismic intensity that they may face in their design life, these structures may not perform well,” said Jaiswal.

Erdik also said he believed many of the buildings that have collapsed were likely “built pre-1999 or ... with older codes.” He added there also would have been instances where some buildings didn’t conform to code.

“The codes are very modern in Turkey, very similar to US codes, but again, the codes conformity is an issue that we’ve tried to tackle with legal and administrative procedures.” he explained. “We have the permits from municipalities and controls for design, controls for construction. But then again, there are things that are lacking.”

municipalities : 地方自治体

出典 : Cable News Network: Updated Wed February 8, 2023 (一部改変)
(Reprinted from “The earthquake in Turkey is one of the deadliest this century. Here’s why” by Lauren Said-Moorhouse.From CNN.com. © 2023 Cable News Network. A Warner Bros. Discovery Company. All rights reserved. Used under license.)

問 1. 下線部①を日本語に訳しなさい。

問 2. 下線部②を日本語に訳しなさい。

問 3. 下線部③の要因を英文 2 文で説明しなさい。

問 4. 下線部④の理由について、本文中の Mustafa Erdik 氏の意見の要点を 180 字以内の日本語で述べなさい。

問 5. 下線部⑤のトルコの耐震基準の特徴について 40 字以内の日本語で述べなさい。

2 以下の英文を読んで質問に答えなさい。

To create is human. For the past 300,000 years we've been unique in our ability to make art, cuisine, manifestos, societies: to envision and craft something new where there was nothing before.

Now we have ①company. While you're reading this sentence, artificial intelligence (AI) programs are painting cosmic portraits, responding to emails, preparing tax returns, and recording metal songs. They're writing pitch decks, debugging code, sketching architectural blueprints, and providing health advice.

Artificial intelligence has already had a pervasive impact on our lives. AIs are used to price medicine and houses, assemble cars, determine what ads we see on social media. But ②generative AI, a category of system that can be prompted to create wholly novel content, is much newer.

This shift marks the most important technological breakthrough since social media. Generative AI tools have been adopted ravenously in recent months by a curious, astounded public, thanks to programs like ChatGPT, which responds coherently (but not always accurately) to virtually any query, and Dall-E, which allows you to conjure any image you dream up. In January, ChatGPT reached 100 million monthly users, a faster rate of adoption than Instagram or TikTok. Hundreds of similarly astonishing generative AIs are clamoring for adoption like Midjourney to Stable Diffusion to GitHub's Copilot, which allows you to turn simple instructions into computer code.

Proponents believe this is just the beginning: that generative AI will reorient the way we work and engage with the world, unlock creativity and scientific discoveries, and allow humanity to achieve previously unimaginable feats. Forecasters at PwC predict that AI could boost the global economy by over \$15 trillion by 2030.

This frenzy appeared to catch off guard even the tech companies that have invested billions of dollars in AI—and has spurred an intense arms race in Silicon Valley. In a matter of weeks, Microsoft and Alphabet-owned Google have shifted their entire corporate strategies in order to seize control of what they believe will become a new infrastructure layer of the economy. Microsoft is investing \$10 billion in OpenAI, creator of ChatGPT and Dall-E, and announced plans to integrate generative AI into its Office software and search engine, Bing. Google declared a “code red” corporate emergency in response to the success of ChatGPT and rushed its own search-oriented chatbot, Bard, to market. “A race starts today,” Microsoft CEO Satya Nadella said Feb. 7, throwing down the gauntlet at Google's door. “We're going to move, and move fast.”

envision : 青写真を描く

pitch deck : ビジネスプラン

debug : バグを直す

ads : 広告

ravenously : 食欲に

astounded : 仰天した

coherently : 辻褃のあうように

clamoring for adoption : 騒がしく普及する

proponent : 支持者

forecaster : 予測者

PwC : コンサルティング会社

frenzy : 狂乱

catch off guard : 不意を衝く

spur : 拍車をかける

seize : をさっとつかむ

OpenAI : 企業名

chatbot : 自動会話プログラム

throwing down the

gauntlet : 挑戦状を叩きつ

Wall Street has responded with similar fervor, with analysts upgrading the stocks of companies that mention AI in their plans and punishing those with shaky AI-product rollouts. While the technology is real, a financial bubble is expanding around it rapidly, with investors betting big that generative AI could be as market shaking as Microsoft Windows 95 or the first iPhone.

けた
fervor : 熱烈さ
shaky AI-product rollouts :
AI 製品の展開が不安定

But this frantic gold rush could also prove catastrophic. As companies hurry to improve the tech and profit from the boom, research about keeping these tools safe is taking a back seat. In a winner-takes-all battle for power, Big Tech and their venture-capitalist backers risk repeating past mistakes, including social media's cardinal sin: prioritizing growth over safety. While there are many potentially utopian aspects of these new technologies, even tools designed for good can have unforeseen and devastating consequences. This is the story of how the gold rush began—and what history tells us about what could happen next.

frantic : 半狂乱の
backers : 後援者
devastating : 破壊的な

In fact, generative AI knows the problems of social media all too well. AI-research labs have kept versions of these tools behind closed doors for several years, while they studied their potential dangers, from misinformation and hate speech to the unwitting creation of snowballing geopolitical crises.

unwitting : 無意識の

That conservatism stemmed in part from the unpredictability of the neural network, the computing paradigm that modern AI is based on, which is inspired by the human brain. Instead of the traditional approach to computer programming, which relies on precise sets of instructions yielding predictable results, ③ neural networks effectively teach themselves to spot patterns in data. The more data and computing power these networks are fed, the more capable they tend to become.

stem from : ~から生じる
paradigm : 枠組み

In the early 2010s, Silicon Valley woke up to the idea that neural networks were a far more promising route to powerful AI than old-school programming. But the early AIs were painfully susceptible to parroting the biases in their training data: spitting out misinformation and hate speech. When Microsoft unveiled its chatbot Tay in 2016, it took less than 24 hours for it to tweet “Hitler was right I hate the jews” and that feminists should “all die and burn in hell.” OpenAI's 2020 predecessor to ChatGPT exhibited similar levels of racism and misogyny.

jew : ユダヤ人
predecessor : プロトタイプ
misogyny : 女性嫌悪
turbocharge : 加速する

The AI boom really began to take off around 2020, turbocharged by several crucial breakthroughs in neural-network design, the growing availability of data, and the willingness of tech companies to pay for gargantuan levels of computing power. But the weak spots remained, and ④ the history of embarrassing AI stumbles made many companies, including Google, Meta, and OpenAI, mostly reluctant to publicly release

gargantuan : 巨大な
stumbles : つまづき
reluctant to : 嫌がって

their cutting-edge models. In April 2022, OpenAI announced Dall-E, a text-to-image AI model that could generate photorealistic imagery. But it initially restricted the release to a waitlist of “trusted” users, whose usage would, OpenAI said, help it to “understand and address the biases that Dall-E has inherited from its training data.”

cutting-edge : 最新鋭の

出典 : The AI Arms Race Is Changing Everything. TIME 2023. (一部改変)
(Reprinted from “The AI Arms Race Is Changing Everything” by Andrew R. Chow, Billy Perrigo.
From TIME. © 2023 TIME USA LLC.. All rights reserved. Used under license.)

問 1 . 下線部①の company とは何を指すのか。本文中の英語で答えよ。

問 2 . 下線部②の generative AI として本文に出てくるものを全て挙げよ。

問 3 . 下線部③を表す AI の学習法は次のうちどれか。

- a. Machine Learning
- b. Logical Learning
- c. Visual Learning
- d. Verbal Learning

問 4 . 下線部④の the history とは具体的にどのような history か。

問 5 . 筆者は Generative AI の有用性と危険性について、どのように述べているか。本文に即して日本語 100 字以内で述べよ。

3 以下の英文を読んで、質問に答えなさい。

In 1974, Nobel Laureates Sherwood Rowland and Mario Molina predicted that the increasing use of chlorofluorocarbons (CFCs) in foam insulation, refrigeration, and aerosols including metered dose inhalers for asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) would destroy the ozone layer, our primary protection against ultraviolet (UV) light. More than a decade later, the proof came along in the form of a large hole in the Antarctic ozone layer.

Although CFCs were phased out primarily to protect the ozone layer, there was an important side benefit: they are also potent greenhouse gases (CFC-11 has a global warming potential [GWP] of 5000, meaning 5000 times the GWP of carbon dioxide; CFC-12 has a GWP of 11,900), and their continued use would have warmed the planet substantially. Hydrofluorocarbons (HFCs) were introduced as ozone-friendly substitutes for CFCs for many uses, but unfortunately, they are also greenhouse gases, even if not quite as bad as CFCs (e.g., HFC-134a has a GWP of 1430). Today, more than 90% of the 780,000 tonnes of high-GWP HFCs manufactured each year are used for refrigeration and air conditioning (RAC), and their use must be phased down quickly.

Cooling is not a ①. RAC is essential in both buildings and refrigerated cold chains for food and vaccines. Demand for cooling is increasing quickly, as populous tropical cities get even hotter. For example, in Mumbai, as much as 70% of peak energy use is for air conditioning, and India, like many hot countries, is committed to providing cooling to much more of its population. With temperatures and incomes both rising, the proportion of households worldwide with an air conditioner is projected to grow from one third today to two thirds by 2050 — more than a billion new air-conditioning units. RAC contributes to warming with both direct emissions of refrigerants and indirect emissions of greenhouse gases from the energy it uses. ② How can we ensure global access to cooling without exacerbating the climate crisis and trapping ourselves in a vicious cycle in which HFC refrigerants contribute to warming that then necessitates more air conditioning and energy consumption?

Industry has responded by developing RAC equipment containing more climate-friendly refrigerants, making it technically feasible to phase out 95% of high-GWP HFCs for most uses of RAC. This change also creates an opportunity to radically improve the energy efficiency of new RAC equipment, a synergy that is already being seen in high-income countries but not in low-income countries that import their RAC equipment. Instead, a large stock of inefficient HFC-containing equipment is being dumped in many low-income countries, especially in African countries. With a 20-to-30-year life span, this equipment will create a long-term economic burden from avoidable power generation for already poor countries, and HFCs will continue to be needed to service the equipment. Early action to make efficient, HFC-free RAC equipment accessible in low-income countries could prevent ③ this problem.

CFC : フッ素と塩素を含むフロン的一种

refrigeration : 冷凍

inhaler : 吸入器

asthma : 喘息

COPD : 慢性閉塞性肺疾患

GWP : 地球温暖化係数

HFC : 代替フロン

refrigerants : 冷媒。冷蔵庫やエアコンなど機器の中で、熱を温度の低い所から高い所へ移動させるために使用される流体の総称

One difficulty is an ongoing debate about the best refrigerant substitutes for HFCs. There is a large role for “natural” refrigerants — such as hydrocarbons in domestic refrigerators, or carbon dioxide or ammonia in industrial applications — but the flammability of hydrocarbons limits their use in larger RAC applications. New low-GWP fluorinated refrigerants and blends are suitable options, but some European authorities and U.S. states propose to limit the use of many fluorinated chemicals designated as perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS). Some potential replacements for HFC refrigerants, such as very-low GWP hydrofluoroolefins (HFOs), have been caught in this broad definition of PFAS, even though there is currently limited scientific information on their environmental accumulation or toxicity. The balance of ④ risks will require urgent consideration, a stepwise approach, and common sense, if we are to avoid delaying the climate benefits of HFC phasedown.

hydrocarbons : 炭化水素
flammability : 引火性
fluorinated : フッ素化した
PFAS : 有機フッ素化合物
HFO : 水素, フッ素, 炭素で構成される不飽和有機化合物

HFCs are also used as propellants in inhalers for asthma and COPD. It’s now clear, however, that the carbon footprint of HFC inhalers is substantial: emissions from each of the most commonly used albuterol inhalers, for example, are equivalent to those generated by a small family car traveling 200 miles. Many patients could use either similar HFC inhalers containing 50% less propellant or widely available dry-powder inhalers, whose carbon footprint is one twentieth that of standard inhalers. In a recent U.K. survey, four fifths of patients said they “would” or “might” consider switching to ⑤ a greener inhaler. It is possible to have an impact by educating patients and clinicians about inhalers’ carbon footprint. In the past 12 months, a campaign for use of greener inhalers in the greater Manchester area in England (population 2.8 million) has reduced the inhaler carbon footprint by 10%, equivalent to taking 3400 cars off the road.

propellant : 噴射剤
albuterol : 喘息治療薬の1つ

(Adapted with permission from The New England Journal of Medicine, Ashley Woodcock, Hydrofluorocarbons, Climate, and Health — Moving the Montreal Protocol beyond Ozone-Layer Recovery, 388:2404–2406. Copyright © 2023 Massachusetts Medical Society.(一部改変))

問 1 . 下線部①に入るべき最も適切な単語を以下から選びなさい。

- a) nature
- b) necessity
- c) bargain
- d) luxury
- e) trend

問 2 . 下線部②を和訳しなさい。

問 3 . 下線部③の要因となっているものを 4 words 以内の文中の言葉で挙げなさい。

問 4 . 下線部④について筆者はどのような具体例を示しているか。日本語 100 字以内で説明しなさい。

問 5 . 下線部⑤が示すものを文中の言葉で挙げなさい。

4 以下の英文は 2023 年 6 月 21 日付けの Nature ニュースに掲載された「How the Y chromosome makes some cancers more deadly for men」と題された記事である。この英文を読んで質問に答えなさい。

Two studies help to explain why colorectal and bladder tumors take a bigger toll on men than on women.

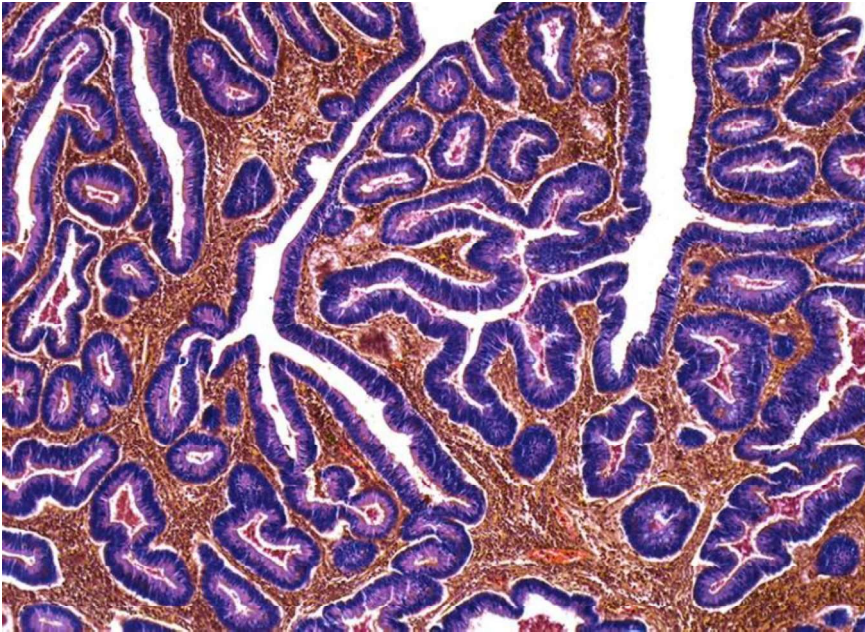


Figure. Colon cancer (pictured) is one of several types of cancer that has more severe effects on men than women. Credit: Steve Gschmeissner/Science Photo Library.

The Y chromosome could explain why men are less likely than women to survive some cancers, according to studies that combine data from mice and humans.

Two studies, both published on 21 June in Nature, address cancers that are particularly aggressive in men: colorectal cancer and bladder cancer. One study finds that the loss of the entire Y chromosome in some cells — which occurs naturally as men age — raises the risk of aggressive bladder cancer and could allow bladder tumors to evade detection by the immune system. The other finds that a particular Y-chromosome gene in mice raises the risk of some colorectal cancers spreading to other parts of the body.

Taken together, the two studies are a step towards understanding why so many cancers have a bias towards men, says Sue Haupt, a cancer researcher at the George Institute of Global Health in Sydney, Australia, who was not involved with the work. ①“It’s becoming clear that it’s beyond lifestyle.” she says. “There is a genetic component.”

Not just lifestyle

Lifestyle has long been given the blame for the fact that many non-reproductive cancers tend to be more frequent and more aggressive in men than women. Men are more likely to smoke and drink alcohol, for example. But even when such factors are accounted for, some differences in cancer rate or severity between men and women persist.

Y chromosome : Y 染色体。男性のみが有する。男性は XY, 女性は XX の遺伝子型になる
colorectal : 結腸直腸の
bladder : 膀胱の

Colon cancer : 大腸がん

evade detection by the immune system : 腫瘍を検出し (腫瘍細胞を攻撃する) 免疫系から逃れる

reproductive : 生殖系の

(This article uses ‘men’ to describe people with a Y chromosome, while recognizing that ②not all people who identify as men have a Y chromosome, and not all people who have a Y chromosome identify as men.)

Meanwhile, researchers have also found that the Y chromosome, which is often found in men, can be spontaneously lost during cell division. As men age, the proportion of Y-less blood cells increases, and an abundance of such cells has been linked to conditions including heart disease, neurodegenerative conditions and some cancers.

To learn more about how this process might affect bladder cancer — a cancer with a male bias — Dan Theodorescu, a cancer researcher at Cedars-Sinai Medical Center in Los Angeles, California, and his colleagues studied human bladder cancer cells that had either lost their Y chromosome spontaneously, or had it removed using CRISPR–Cas9 genome editing.

The team found that such cancer cells were more aggressive when transplanted into mice than comparable cells that still had their Y chromosome. They also found that immune cells surrounding tumors with no Y chromosomes tended to be dysfunctional.

In mice, a therapeutic antibody that can restore the activity of those immune cells was more effective against such Y-less tumors than against tumors that still had their Y chromosome. The team found a similar trend in human tumors. This finding is ③“the most important message” of the study, says Jan Dumanski, a geneticist at Uppsala University in Sweden who was not involved with the research, because it suggests a better way to treat these cancers. Similar antibodies, called checkpoint inhibitors, are already used clinically against some tumors.

Risk from the Y chromosome

In a separate study, a team working on colorectal cancer in mice found that a gene on the Y chromosome called KDM5D might weaken connections between tumor cells, helping the cells to break away and spread to other parts of the body. When that gene was deleted, tumor cells became less invasive, and were more likely to be recognized by immune cells.

This also presents a potential target for anti-cancer therapies, says co-author Ronald DePinho, a cancer researcher at the University of Texas MD Anderson Cancer Center in Houston. “This is a druggable target.”

The contrast between the two findings — a protective role for the Y chromosome in bladder cancer and a harmful role for a Y-chromosome gene in colorectal cancer — emphasizes the importance of context in cancer, says Theodorescu. ④“Not every tumor is going to have the same biological behavior.” he says, and researchers will need to look at the effect of losing the Y chromosome on various organs and tumor types.

spontaneously : 自発的に

neurodegenerative : 神経変性の

CRISPR-Cas9 : 遺伝子編集法の名称

dysfunctional : 機能障害を有する

therapeutic : 治療用の

checkpoint inhibitors : チェックポイント阻害薬。がん細胞が免疫細胞の攻撃を逃れる仕組みを解除する薬剤

druggable : 新薬の開発につながるような

That context can vary on the basis not only of the organ affected, but even of the tumor's location in the organ and the presence or absence of other genetic mutations, says Haupt. "You cannot generalize," she says. ⑤"When people just throw all the data together, they miss the point."

(Used with permission of Springer Nature, from 'How the Y chromosome makes some cancers more deadly for men', by Heidi Ledford, Nature 618, 898, 2023; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.)

問 1. 下線部①がどのような研究結果から述べられているのか, 日本語で説明しなさい。

問 2. どのような人が下線部②で述べられているような人に該当するのか, 具体的な例を挙げて日本語で述べなさい。

問 3. 下線部③が何を表しているのか, 日本語で述べなさい。

問 4. 下線部④が示す内容を本文に即して日本語で説明しなさい。

問 5. 下線部⑤のように述べられている理由を日本語で説明しなさい。

——このページは白紙——

令和6年度（2024年度）東北大学

AO入試（総合選抜型）III期

筆記試験問題

令和6年2月10日

志望学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	9:30～11:30 (120分)	16ページ

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は16ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 解答は、必ず**黒鉛筆**（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
5. 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき1か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
6. 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
7. **特に指示がない場合は、日本語で答えなさい。**
8. 解答に日本語での字数の指定のある場合は、句読点、数字、アルファベット、記号も1字として数えてください。
9. 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 この文章は 1970 年代に日本のロボット工学者が記したエッセイ「不気味の谷」を英語に翻訳し、2012 年にロボット工学専門誌上に発表されたものです。この英文を読んで質問に答えなさい。

The mathematical term monotonically increasing function describes a relation in which the function $y = f(x)$ increases continuously with the variable x . For example, as effort x grows, income y increases, or as a car's accelerator is pressed, the car moves faster. This kind of relation is ubiquitous and very easily understood. In fact, because such monotonically increasing functions cover most phenomena of everyday life, people may fall under the illusion that they represent all relations. Also attesting to this false impression is the fact that many people struggle through life by persistently pushing without understanding the effectiveness of pulling back. That is why people usually are puzzled when faced with some phenomenon this function cannot represent.

monotonically : 単調に
variable : 変数
ubiquitous : 遍在する

An example of a function that does not increase continuously is climbing a mountain—the relation between the distance (x) a hiker has traveled toward the summit and the hiker's altitude (y)—owing to the intervening hills and valleys. I have noticed that, in climbing toward the goal of making robots appear human, our affinity for them increases until we come to a valley (Figure 1), which I call the uncanny valley.

affinity : 親和感
uncanny : 不気味な

Nowadays, industrial robots are increasingly recognized as the driving force behind reductions in factory personnel. However, as is well known, these robots just extend, contract, and rotate their arms; without faces or legs, they do not look very human. Their design policy is clearly based on functionality. From this standpoint, the robots must perform functions similar to those of human factory workers, but whether they look similar does not matter. Thus, given their lack of resemblance to human beings, in general, people hardly feel any affinity for them. If we plot the industrial robot on a graph of affinity versus human likeness, it lies near the origin in Figure 1.

① By contrast, a toy robot's designer may focus more on the robot's appearance than its functions. Consequently, despite its being a sturdy mechanical figure, the robot will start to have a roughly human-looking external form with a face, two arms, two legs, and a torso. Children seem to feel deeply attached to these toy robots. Hence, the toy robot is shown halfway up the first hill in Figure 1.

torso : 胴体

Since creating an artificial human is itself one of the objectives of robotics, various efforts are underway to build humanlike robots. For example, a robot's arm may be composed of a metal cylinder with many bolts, but by covering it with skin and adding a bit of fleshy plumpness, we can achieve a more humanlike appearance. As a result, we naturally respond to it with a heightened sense of affinity.

plumpness : 肉付き

Many of our readers have experience interacting with persons with physical disabilities, and all must have felt sympathy for those missing a hand or leg and wearing a prosthetic limb. Recently, owing to great advances in fabrication technology, we cannot distinguish at a glance a prosthetic hand from a real one. Some models simulate wrinkles, veins, fingernails, and even fingerprints. Though similar to a real hand, the prosthetic hand's color is pinker, as if it had just come out of the bath.

prosthetic limb : 義肢
prosthetic hand : 義手

One might say that the prosthetic hand has achieved a degree of resemblance to the human form, perhaps on a par with false teeth. However, when we realize the hand, which at first site looked real, is in fact artificial, we experience an eerie sensation. For example, we could be startled during a handshake by its limp boneless grip together with its texture and coldness. When this happens, we lose our sense of affinity, and ②the hand becomes uncanny. In mathematical terms, this can be represented by a negative value. Therefore, in this case, the appearance of the prosthetic hand is quite humanlike, but the level of affinity is negative, thus placing the hand near the bottom of the valley in Figure 1. This example illustrates the uncanny valley phenomenon.

false teeth : 入れ歯
eerie : ぞっとする

Escape by Design

We hope to design and build robots and prosthetic hands that will not fall into the uncanny valley. Thus, because of the risk inherent in trying to increase their degree of human likeness to scale the second peak, I recommend that designers instead take the first peak as their goal, which results in a moderate degree of human likeness and a considerable sense of affinity. In fact, I predict it is possible to create a safe level of affinity by ③deliberately pursuing a nonhuman design. I ask designers to ponder this. To illustrate the principle, consider eyeglasses. Eyeglasses do not resemble real eyeballs, but one could say that their design has created a charming pair of new eyes. So we should follow the same principle in designing prosthetic hands. In doing so, instead of pitiful looking realistic hands, stylish ones would likely become fashionable.

pitiful : いたわしい

An Explanation of the Uncanny

As healthy persons, we are represented at the crest of the second peak in Figure 1. Then when we die, we are, of course, unable to move; the body goes cold, and the face becomes pale. Therefore, our death can be regarded as a movement from the second peak to the bottom of the uncanny valley in Figure 1.

I think this descent explains the secret lying deep beneath the uncanny valley. Why were we equipped with this eerie sensation? Is it essential for human beings? I have not

eerie : 不気味な

yet considered these questions deeply, but I have no doubt it is an integral part of our instinct for self-preservation.

④ We should begin to build an accurate map of the uncanny valley, so that through robotics research we can come to understand what makes us human. This map is also necessary to enable us to create—using nonhuman designs—devices to which people can relate comfortably.

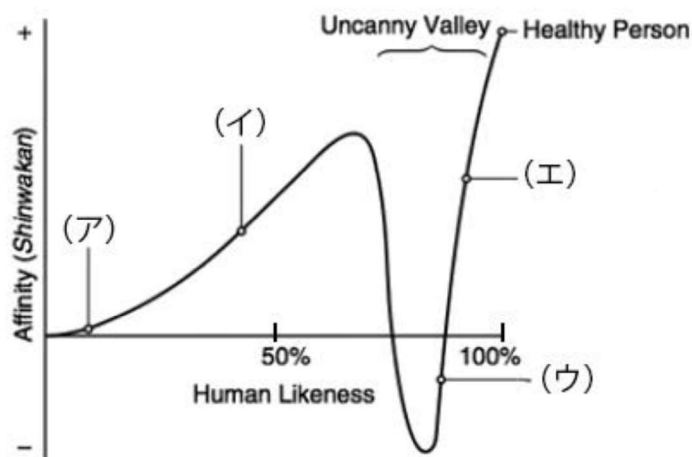


Figure 1

出典:IEEE Robotics & Automation Magazine(2012)(一部改変)
(Reprinted from "The Uncanny Valley: The Original Essay by Masahiro Mori". From IEEE Spectrum. © 2012 IEEE Media. All rights reserved. Used under license.)

問 1. 下線部①に関して、筆者はどのような二つの事例が対照的であると主張しているか、80 字以内で述べなさい。

問 2. 下線部②のように我々が感じるのはなぜか、本文に即して 100 字以内で述べなさい。

問 3. 下線部③で述べられているデザインについて、本文の「不気味の谷」のグラフを参考にして 100 字以内で説明しなさい。

問 4. 下線部④のように著者が考える理由を本文に即して日本語で述べなさい。

問 5. 本文中に例で示された下記 (A) から (C) の事例は Figure 1 のグラフ中のどの点に当てはまるのか。グラフ上の点 (ア) から (エ) より選びなさい。

(A) the industrial robot . . . ()

(B) the toy robot . . . ()

(C) the prosthetic hand . . . ()

2 以下の英文を読んで質問に答えなさい。

Many different things can happen at different stages of our lives in the biological cocktail of our bodies. We cannot predict exactly what's ahead, which is why it's important to follow a healthy lifestyle that minimizes risk of illness and disease. Eating at certain times of the day can shift the way you feel and live—and that includes preventing or mitigating health issues, from cancer to heart disease to hormonal imbalances. Whether or not you consider yourself high risk for disease, here are tips for making food part of your holistic approach to a long, healthy life.

mitigate : 和らげる

We have all seen—or lived with—the effects of cancer, and have witnessed how it can very quickly or very slowly change our lives. Cancer is a complex disease, and many factors play a role in its development, from genetics to ① lifestyle choices. Given all this, though we cannot say that eating certain foods can cure or all-out prevent cancer, certain nutritional steps can help decrease cancer risks. Many foods and nutrients have been linked to lower cancer rates because of the role they play in the body.

In fact, an analysis of research by Cancer Research UK indicates that just a few lifestyle changes—maintaining a healthy body weight, eating a healthy diet, cutting back on alcohol, not smoking, enjoying the sun safely, and keeping active—can prevent four in 10 cancers.

While eating certain foods hasn't been shown to prevent or cure cancer, eating more fresh foods can help lower the risks of getting the disease. Vegetables, fortified with many good-for-you compounds and nutrients, are nature's best protective medicine, especially served raw or lightly cooked. Coffee and tea may also be helpful in fending off cancer; both are full of antioxidants, polyphenols, and flavonoids that have been linked with lower risk of the disease. Red and processed meat (ham, bacon, salami, and sausage), on the other hand, are linked to big-time increases in cancer rates, mostly because of the chemicals they contain, according to scientists.

fortify : 強化する

Our movement is a complex orchestra of (A), (B), muscles, tendons, and other soft tissues; our brain is the conductor. Compromises between any of those body parts can play a role in how easily you move, and whether pain is involved. In addition to holding us up and protecting our vital organs, (A) serve vital chemical roles: They store nutrients and help produce blood and stem cells. But (A) are built in a honeycomb-like structure (think of the Eiffel Tower) whose density becomes compromised as we age. (B), meanwhile, act like door hinges: They allow our (A) to move. When (B) degenerate, they lose the cushioning—in the form of soft tissue and lubrication—that enables them to glide. The resulting grinding triggers an inflammatory response as the body rushes to

stem cells : 幹細胞

lubrication : 潤滑

heal.

But how does food influence our intricate system of movement? With the right nutrients—calcium, vitamins D and K, healthy fats—you can send in reinforcements to increase (A) density, which will make (A) stronger as you get older (and heal better if they're broken). Exercises like yoga can help us keep our (B) more flexible, while strengthening our skeletons.

The brain is still largely a mystery, but we do know a bit about ② how our memory declines as we age. To recall information, neurons need to communicate. One sends a message to another, the receiver gets the message, and that connection builds bridges of information that you can use and recall. If you do not constantly send and receive messages, your neural connections wither away.

External elements affect them as well. For example, the wrong kind of food works as extreme weather coming to rust the bridge girders; as a result, inflammation tears the bridges down and it is harder for information to travel from neuron to neuron. The right kinds of foods work as bridge builders, cleaners (helping to remove rusty inflammation), and protectors. When you eat them can make a difference, too: In epidemiologic studies, early eating is associated with less cognitive decline, and in animal studies, time-restricted feeding has been shown to prevent it.

One of the main effects of excess weight and inches around your waist is development of type 2 diabetes, the condition that comes with elevated levels of blood glucose from increased insulin resistance. ③ About 10 percent of Americans have the disease, with at least another third at risk of developing it. This condition—a leading cause of death in the United States—has plenty of problems associated with it, including eye, nerve, and kidney damage. But it is also scary because of the increased risk of heart and brain-functioning problems.

The way to prevent diabetes comes down to ④ eating healthier and moving your body. Shrinking your waist size and losing weight help decrease insulin. Eating better-quality foods means you'll be reducing the excess sugar and saturated fat that your body needs to process. That includes avoiding red meats, processed meats, and all processed foods—especially those loaded with sugar. Activity also helps you lose weight, making your muscles work harder, improving their ability to use insulin and absorb glucose.

出典 : National Geographic “How certain foods lower your risk of disease” (2022)
(一部改変)

bridge girders : 橋げた

type 2 diabetes : 2 型糖尿病

insulin resistance : インシュリン抵抗性。糖尿病の原因の一つ。

問1. つぎのうち下線部① lifestyle choices にあてはまるものはどれか、2つ選びなさい。

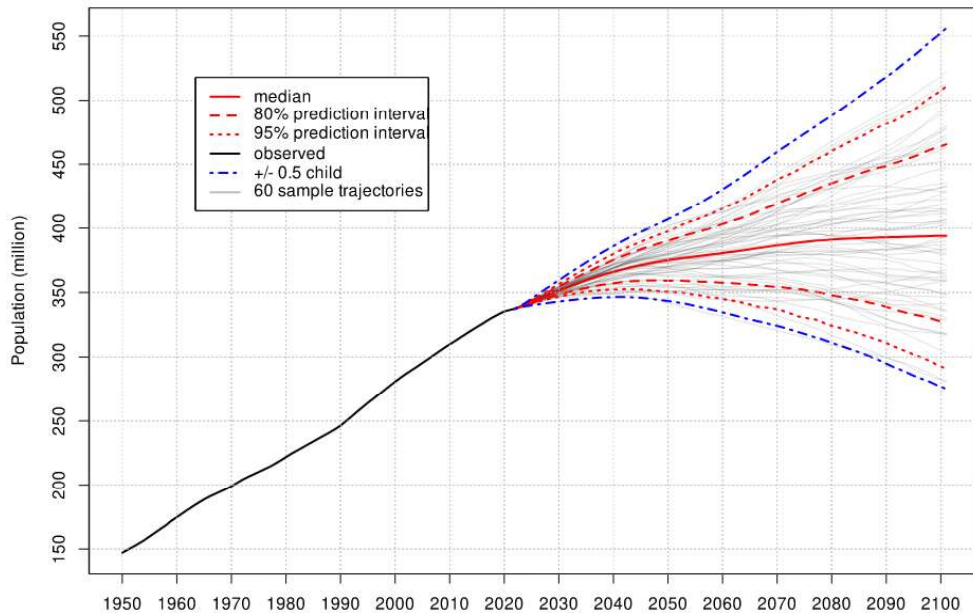
- a. Gene
- b. Virus
- c. Smoking
- d. Soil bacteria
- e. Excessive sun

問2. 空欄 (A) , (B) に入る英単語 (どちらも複数形) を書きなさい。

問3. 下線部② how our memory declines の内容 (食事以外) を 40 字以内で説明しなさい。

問4. 下線部③ About 10 percent of Americans have the disease, with at least another third at risk of developing it. について, 下記のグラフから米国の糖尿病発症のリスクのある患者は 2030 年には少なくともおおよそ何人と推定されるか。計算式と推定値を示しなさい。尚, 2030 年のアメリカ人の人口予測の中央値を 350 million とし, 2030 年においても糖尿病発症リスクの頻度は現在と変わらないものとする。

United States of America: Total Population



© 2022 United Nations, DESA, Population Division. Licensed under Creative Commons license CC BY 3.0 IGO.
United Nations, DESA, Population Division. *World Population Prospects 2022*. <http://population.un.org/wpp/>

問5. 下線部④ eating healthier とは具体的にどのようなことを意味しているか, 40 字以内で説明しなさい。

3 以下の英文は 2018 年 5 月に Technology Networks に掲載された「Snail Memory Transplant a Success」と題された記事である。この英文を読んで質問に答えなさい。

UCLA biologists report they have transferred a memory from one marine snail to another, creating an artificial memory, by injecting RNA from one to another. This research could lead to new ways to lessen the trauma of painful memories with RNA and to restore lost memories.

“I think in the not-too-distant future, we could potentially use RNA to ameliorate the effects of Alzheimer’s disease or post-traumatic stress disorder,” said David Glanzman, senior author of the study and a UCLA professor of integrative biology and physiology and of neurobiology. The team’s research is published May 14 in eNeuro, the online journal of the Society for Neuroscience.

RNA, or ribonucleic acid, has been widely known as a cellular messenger that makes proteins and carries out DNA’s instructions to other parts of the cell. It is now understood to have other important functions besides protein coding, including regulation of a variety of cellular processes involved in development and disease.

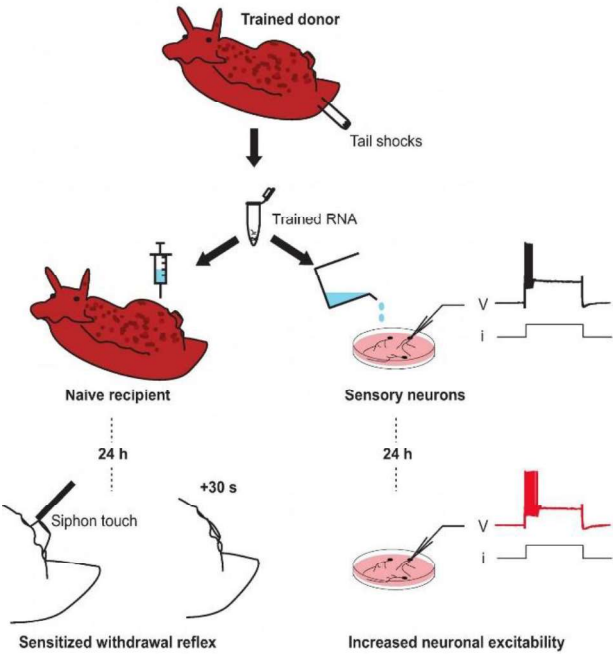
UCLA : カリフォルニア大学ロサンゼルス校
marine snail : アメフラシ

RNA : リボ核酸
trauma : 外傷
ameliorate : 改善する

eNeuro : 雑誌名

DNA : デオキシリボ核酸 (遺伝子の本体)

sensory neurons : 知覚神経



図の説明 : Memories can be transferred between organisms by extracting ribonucleic acid (RNA) from a trained animal and injecting it into an untrained animal, as demonstrated in a study of sea snails published in eNeuro. The research provides new clues in the search for the physical basis of memory. Bédécarrats et al., eNeuro (2018).

The researchers gave mild electric shocks to the tails of a species of marine snail called Aplysia. The snails received five tail shocks, one every 20 minutes, and then five more 24 hours later. The shocks enhance the snail's defensive withdrawal reflex, a response it displays for protection from potential harm. When the researchers subsequently tapped the snails, they found those that had been given the shocks displayed a defensive contraction that lasted an average of 50 seconds, ① a simple type of learning known as "sensitization." Those that had not been given the shocks contracted for only about one second.

Aplysia : アメフラシ
reflex : 反射

sensitization : 感作。敏感になること

The life scientists extracted RNA from the nervous systems of marine snails that received the tail shocks the day after the second series of shocks, and also from marine snails that did not receive any shocks. Then the RNA from the first (sensitized) group was injected into seven marine snails that had not received any shocks, and the RNA from the second group was injected into a control group of seven other snails that also had not received any shocks.

Remarkably, the scientists found that the seven that received the RNA from snails that were given the shocks behaved as if they themselves had received the tail shocks: They displayed a defensive contraction that lasted an average of about 40 seconds.

② "It's as though we transferred the memory," said Glanzman, who is also a member of UCLA's Brain Research Institute.

As expected, the control group of snails did not display the lengthy contraction.

Next, the researchers added RNA to Petri dishes containing neurons extracted from different snails that did not receive shocks. Some dishes had RNA from marine snails that had been given electric tail shocks, and some dishes contained RNA from snails that had not been given shocks. Some of the dishes contained sensory neurons, and others contained motor neurons, which in the snail are responsible for the reflex.

Petri dish : ペトリ皿
neuron : 神経細胞

sensory neurons : 知覚神経
motor neuron : 運動神経

When a marine snail is given electric tail shocks, its sensory neurons become more excitable. Interestingly, the researchers discovered, adding RNA from the snails that had been given shocks also produced increased excitability in sensory neurons in a Petri dish; it did not do so in motor neurons. Adding RNA from a marine snail that was not given the tail shocks did not produce this increased excitability in sensory neurons.

excitable : 神経が興奮する, とは, 神経を通して刺激が伝達する, ことを示す

In the field of neuroscience, it has long been thought that memories are stored in synapses. (Each neuron has several thousand synapses.) Glanzman holds a different view, believing

synapse : シナプス。脳の神経細胞が結合した

that memories are stored in the nucleus of neurons.

ネットワークのこと

③ “If memories were stored at synapses, there is no way our experiment would have worked,” said Glanzman, who added that the marine snail is an excellent model for studying the brain and memory.

Scientists know more about the cell biology of this simple form of learning in this animal than any other form of learning in any other organism, Glanzman said. The cellular and molecular processes seem to be very similar between the marine snail and humans, even though the snail has about 20,000 neurons in its central nervous system and humans are thought to have about 100 billion.

In the future, Glanzman said, ④ it is possible that RNA can be used to awaken and restore memories that have gone dormant in the early stages of Alzheimer’s disease. He and his colleagues published research in the journal eLife in 2014 indicating that lost memories can be restored.

dormant : 休眠状態の

There are many kinds of RNA, and in future research, Glanzman wants to identify the types of RNA that can be used to transfer memories.

(Stuart Wolpert, “UCLA biologists `transfer’ a memory”, Regents of University of California, May 14, 2018. <https://newsroom.ucla.edu/releases/ucla-biologists-transfer-a-memory>)

問 1. 下線部①は具体的にはどのようなことを指しているか、120 字程度で説明しなさい。

問 2. 研究者が下線部②のように考えたのはなぜか、120 字程度で説明しなさい。

問 3. 研究者が下線部③のように考えたのはなぜか、60 字程度で説明しなさい。

問 4. 下線部④に関連して、今後 RNA を利用した記憶に関する研究にはどのような活用方法が考えられると思うか、本文で紹介されていない例をあげ、あなたの考えを 150 字程度で述べなさい。

4 進行肺がんの緩和ケアに関する研究結果を論説した以下の文章を読んで、設問に答えなさい。

Palliative care focuses on relieving suffering and achieving the best possible quality of life for patients and their family caregivers. It involves the assessment and treatment of symptoms; support for decision making and assistance in matching treatments to informed patient and family goals; practical aid for patients and their family caregivers; mobilization of community resources to ensure a secure and safe living environment; and collaborative and seamless models of care across a range of care settings. Palliative care is provided both as hospice palliative care and nonhospice palliative care. Nonhospice palliative care is offered simultaneously with life-prolonging and curative therapies for persons living with serious, complex, and life-threatening illness. Hospice palliative care becomes appropriate when curative treatments are no longer beneficial, when the burdens of these treatments exceed their benefits, or when patients are entering the last weeks to months of life.

palliative care : 緩和ケア

mobilization : 動員

hospice : ホスピス

curative : 治癒的な

Comprehensive palliative care services integrate the expertise of a team of providers from different disciplines to address the complex needs of seriously ill patients and their families. Members of a palliative care team typically include professionals from medicine, nursing, and social work, with additional support from chaplaincy and professionals in nutrition, rehabilitation, pharmacy, and other professional disciplines, as needed. These programs are now available at more than 80% of large U.S. hospitals (those with more than 300 beds), where most Americans receive their care during complex and advanced illness.

chaplaincy : 牧師

Despite the increasing availability of palliative care services in U.S. hospitals and the body of evidence showing the great distress to patients caused by symptoms of the illness, the burdens on family caregivers, and the overuse of costly, ineffective therapies during advanced chronic illness, the use of palliative care services by physicians for their patients remains low. Physicians tend to perceive palliative care as the ① _____ to life-prolonging or curative care - what we do when there is nothing more that we can do - rather than as a simultaneously delivered adjunct to disease-focused treatment.

Temel and colleagues challenge this prevailing notion of palliative care by presenting the results of a randomized, controlled trial of early palliative care in addition to standard oncologic care for patients with newly diagnosed metastatic non-small-cell lung cancer. A total of 151 subjects were recruited and enrolled in the study at a single academic thoracic oncology practice. Health-related quality of life and mood were measured at baseline and at 12 weeks. In addition to standard oncologic care, patients in the intervention group met with a palliative care clinician at the time of enrollment and at least monthly thereafter. As compared with the standard care group, the intervention group had better quality of life, lower rates of depression, and ② a 2.7-month survival benefit.

randomized : ランダム化された (※1)

oncologic : 腫瘍の

metastatic : 転移性の

non-small-cell lung

cancer : 肺がんの一種

で非小細胞肺がん (※2)

enrolled : 登録された

The results of this study show that palliative care is appropriate and potentially beneficial when it is introduced at the time of diagnosis of a serious or life-limiting illness - at the same time as all other appropriate and beneficial medical therapies are initiated. The fact that palliative care improved quality-of-life outcomes is consistent with the results of other studies of both nonhospice and hospice palliative care. The substantial survival advantage observed, though it is supported by other recent studies, requires replication.

replication : 複製

The specific components of the study's palliative care intervention remain unspecified and hence may not be easily reproducible in other practice settings. For example, the salutary effect of additional time with and attention from health care providers and physicians, as opposed to a specific benefit derived from palliative care itself, was not assessed and is a limitation of the study. The reasons for the 2.7-month survival benefit in the palliative care group - a benefit that is equivalent to that achieved with a response to standard chemotherapy regimens - are unknown but may result from effective treatment of depression, improved management of symptoms, or a reduction in the need for hospitalization. The current study was not designed to address these important questions. Despite these limitations, Temel and colleagues are to be commended for overcoming many of the challenges and barriers to conducting a randomized trial of a palliative care intervention.

reproducible : 再現できる

chemotherapy : 化学療法。抗がん剤による薬物療法

hospitalization : 入院

The study by Temel et al. represents an important step in confirming the beneficial outcomes of ③a simultaneous care model that provides both palliative care and disease-specific therapies beginning at the time of diagnosis. This study is an example of research that shifts a long-held paradigm that has limited access to palliative care to patients who were predictably and clearly dying. The new approach recognizes that life-threatening illness, whether it can be cured or controlled, carries with it significant burdens of suffering for patients and their families and that this suffering can be effectively addressed by modern palliative care teams. Perhaps unsurprisingly, reducing patients' misery may help them live longer. We now have both the means and the knowledge to make palliative care an essential and routine component of evidence-based, high-quality care for the management of serious illness.

(Adapted with permission from The New England Journal of Medicine, Amy S. Kelley, M.S.H.S., and Diane E. Meier, Palliative Care -- A Shifting Paradigm, 363:781-782. Copyright © 2010 Massachusetts Medical Society.)

※1 今回の試験では患者を「緩和ケア介入群」と「標準治療群」にランダムに割り付け、その後の経過を観察した。

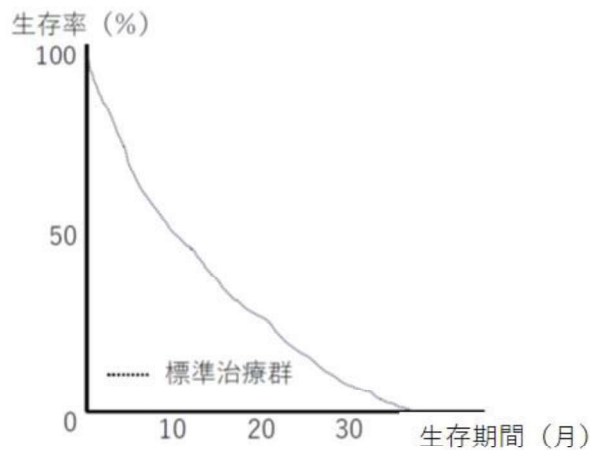
※2 転移性の肺がんは治癒が困難であり、標準治療として抗がん剤による薬物療法が延命目的に行われる。

問1. 下線部①に適切な単語を選びなさい。

- a. essential
- b. alternative
- c. waste
- d. worth
- e. resemblance

問2. 下線部②が分かるよう、下図に「緩和ケア介入群」の生存曲線を書き加えなさい。「緩和ケア介入群」が分かるように作図すること。

補足：同研究では、患者の生存期間は中央値（50%の患者が生存している期間）で評価されました。



問3. 著者が Temel らによる研究の問題点と考えていることは何か、本文に即して3点述べなさい。

問4. 著者は下線部③のようなケアモデルをどのように分類しているか、本文中の英単語3語で答えなさい。

問5. 本文の内容から正しいと判断できる英文を、次の1～5の中から2つ選び番号で答えなさい。

- 1. Palliative care helps patients and families choose treatments that meet their goals.
- 2. Palliative care is incompatible with religious support.
- 3. Oncologists underutilize palliative care in the US.
- 4. The Temel's study assessed the effect of palliative care on the efficacy of chemotherapy.
- 5. Benefit of palliative care shown in Temel's study can be easily replicated at other hospitals.

——このページは白紙——