

令和 7 年度 A O 入 試 問 題 集 (医学部医学科)

公表期限：2028 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

令和 7 年度（2025 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 6 年 11 月 2 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。

———このページは白紙———

———このページは白紙———

1 以下の問いに答えよ。

(1) 3桁の整数について、次の問いに答えよ。

(ア) 各位の数字の和が14であるものの個数を求めよ。

(イ) 各位の数字の和が5以上10以下であるものの個数を求めよ。

(2) 不等式 $a + b + c \geq k$ を満たすすべての実数 a, b, c が、常に不等式 $a^2 + b^2 + c^2 \geq a + b + c$ を満たすような実数 k の最小値を求めよ。

2 次の条件を満たす数列を $\{a_n\}$ とおく。

$$a_1 = 1, \quad a_{n+1} = 2a_n + n - 1 \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

- (1) 一般項 a_n を求めよ。
- (2) すべての自然数 n に対して、 4^n を 6 で割ると余りが 4 であることを数学的帰納法を用いて示せ。
- (3) 数列 $\{a_n\}$ の項のうち、6 で割り切れる項を順に取り出して並べたものを数列 $\{b_n\}$ とおく。一般項 b_n を求めよ。

3 $f(x) = \frac{1}{2}(\log x)^2 - \log x - 1$ とする。次の問いに答えよ。ただし、 e は自然対数 $\log x$ の底とする。

- (1) $x > 0, y > 0$ のとき、不等式 $x^y e^{-x} \leq y^y e^{-y}$ が成り立つことを示せ。
- (2) n を正の整数とする。(1) で示した不等式を利用して、 $\lim_{x \rightarrow \infty} x^n e^{-x} = 0$ であることを示せ。また、 $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(\log x)^n}{x}$ の値を求めよ。
- (3) 直線 $y = mx$ が曲線 $y = f(x)$ と接するように定数 m の値を定めよ。
- (4) a を実数とする。 x についての方程式 $f(x) - ax = 0$ の実数解の個数を調べよ。

令和7年度(2025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6年11月2日

志願学部／学科	試験時間	問題冊子数
医学部医学科	13:00～15:00 (120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」2枚が入っています。
- 筆記試験②は、＜選択問題1＞、＜選択問題2＞、＜選択問題3＞の3冊からなります。
※ ＜選択問題1～3＞のうちから2つを選択し、解答してください。2つ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っ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 7 年度（2025 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 1 >

令和 6 年 11 月 2 日

志願学部／学科	試 験 時 間	ページ数
医 学 部 医 学 科	13 : 00～15 : 00 (120 分)	12 ページ

1

図1のように、長さ $2L$ の細い円筒内に、ばね定数 k 、自然長 $2L$ のばねを入れ、ばねの一端を円筒の左端に固定し、他端に質量 m の小物体 A を取り付けた。小物体 A は円筒のなめらかな内面に接しながら運動することができ、円筒は変形することなく、小物体 A の運動とばねの縮みを円筒に沿った方向に限定する役割をもつ。また、円筒は密閉されておらず、気体の圧力による力は考えなくてよい。小物体 A の大きさや円筒の太さ、円筒やばねの質量、摩擦や空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。小物体 A の運動は、ばねが完全に縮む場合はその直前までを考える。

以下の問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

問1 図2のように、小物体 A とばねが入った円筒を、ばねの固定された面を下にして水平面に垂直に置くと、小物体 A はばねが L だけ縮んだ位置で静止した。

- ばね定数 k を、 m 、 g 、 L を用いて表せ。
- 小物体 A を、外力を加えてばねの自然長の位置まで静かに持ち上げる。このときの外力のした仕事 W を、 m 、 g 、 L を用いて表せ。
- ばねの自然長の位置から小物体 A を静かにはなすと、小物体は動き始めてばねが自然長から $\frac{1}{2}L$ だけ縮んだ位置を通過した。このときの小物体 A の速さ v を、 m 、 g 、 L の中から必要なものを用いて表せ。

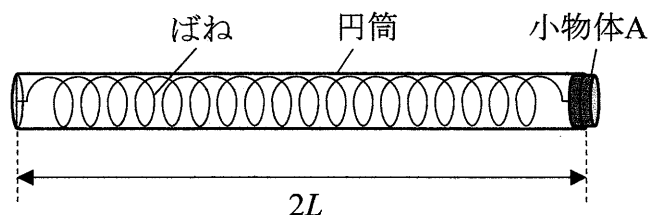


図1

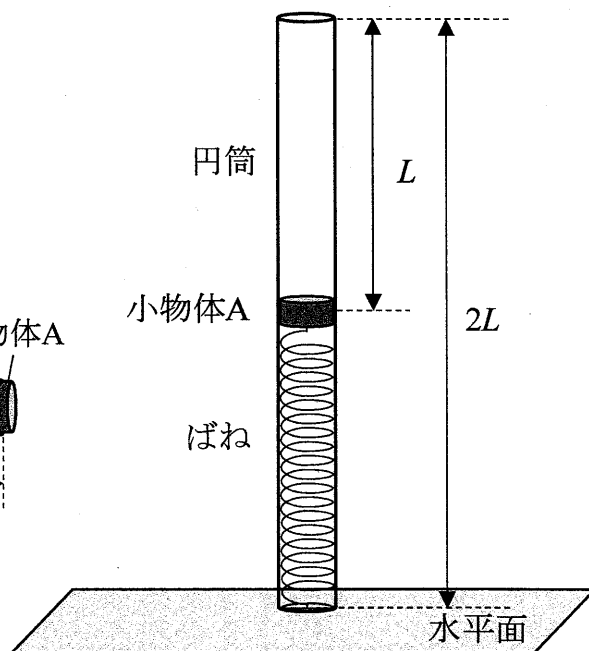


図2

問2 次に、図3のように、鉛直面に水平面からの高さが $2L$ の位置に細い軸を取り付け、その軸に円筒の上端を取り付けて、小物体Aをばねの縮みが L の位置に静止させた。円筒の下端は水平面からわずかに離れており、円筒は小物体Aとともに軸を中心に鉛直面に沿ってなめらかに回転できる。軸の位置を原点 O として、水平に右向きを正として x 軸を、鉛直に上向きを正として y 軸をとる。力積および力の x 成分、 y 成分の正の向きはそれぞれ x 軸、 y 軸の正の向きとする。

その後、質量 M の小物体Bを、水平面上で x 軸の正の向きに速さ V で円筒の下端に衝突させた。衝突後、小物体Bは静止した。衝突において小物体Bが円筒に接していた時間は、その時間内での円筒の動きが無視できるほど短く、その微小な時間を Δt とする。

- 衝突で小物体Bが受けた力積の x 成分 I および平均の力の x 成分 \bar{F} を、それぞれ M 、 V 、 Δt の中から必要なものを用いて表せ。
- 衝突で小物体Aが受けた平均の力の x 成分 \bar{f} および衝突直後の小物体Aの速さ v' を、それぞれ M 、 m 、 V 、 Δt の中から必要なものを用いて表せ。
- 円筒と小物体Bの衝突は完全弾性衝突であった。 v' が V の何倍かを、数値で答えよ。

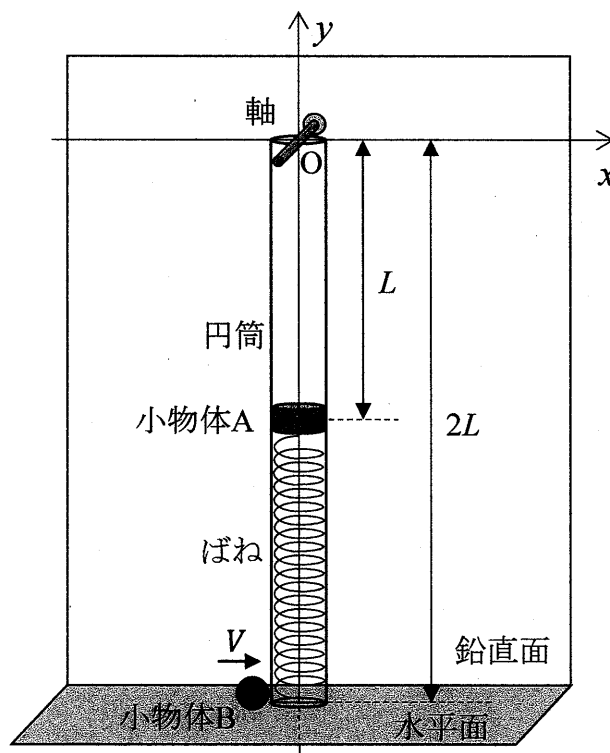


図3

問3 問2の小物体Bの衝突の後、静止した小物体Bを取り除いた。その後、図4のように小物体Aは初速度 v' で円筒とともに、 y 座標が $y = -L$ の直線上を運動し始めた。

- (a) 小物体Aの x 座標が x_A のときに、小物体Aにはたらく力の x 成分 F_x および y 成分 F_y を、それぞれ x_A , m , k , L の中から必要なものを用いて表せ。
- (b) 時間が経過すると、円筒の振れは最大となり、一瞬静止して戻り始めた。円筒が振れ始めてから最初に振れが最大になるまでに要した時間 t および振れが最大となったときの小物体Aの x 座標 X を、それぞれ m , k , v' , L の中から必要なものを用いて表せ。

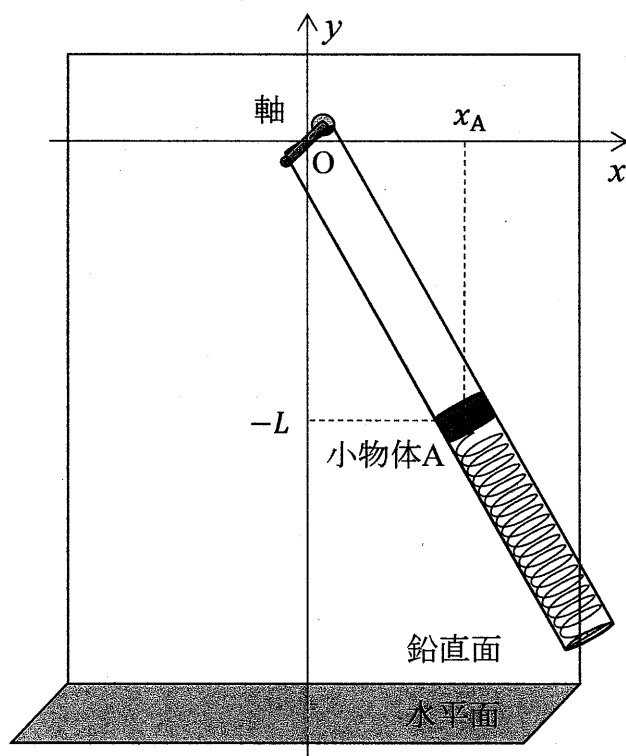


図4

2

水面を伝わる波は、媒質となる水の水深により波の速さが異なる。水深の異なる領域Ⅰから領域Ⅱに入射する水面を伝わる波について考える。領域Ⅰと領域Ⅱの静水における波の速さはそれぞれ V_1 、 V_2 ($V_2 < V_1$) である。なお、2つの領域の境界面は平面で、境界面で反射する波は考えない。

以下の問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

問1 図1のように、領域Ⅰにおける波長が λ_1 の平面波が、領域Ⅰから入射角 θ_1 で境界面に入射し、屈折角 θ_2 で屈折して領域Ⅱに進行した。領域Ⅰから領域Ⅱに進行する波の進む向きを示す線(射線)を矢印のついた破線で示し、領域Ⅰでの波面の一部を実線で示している。媒質となる水の流れはなく、そのときの水面を伝わる波の領域Ⅰに対する領域Ⅱの屈折率(相対屈折率) n を

$$n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

と定義する。

- (a) 波面①、波面②、波面③の領域Ⅱにおける様子を解答用紙の図に描き入れ、特徴的な角度を記入せよ。
- (b) 描いた図から、領域Ⅱの波長 λ_2 を、 λ_1 、 n を用いて表せ。

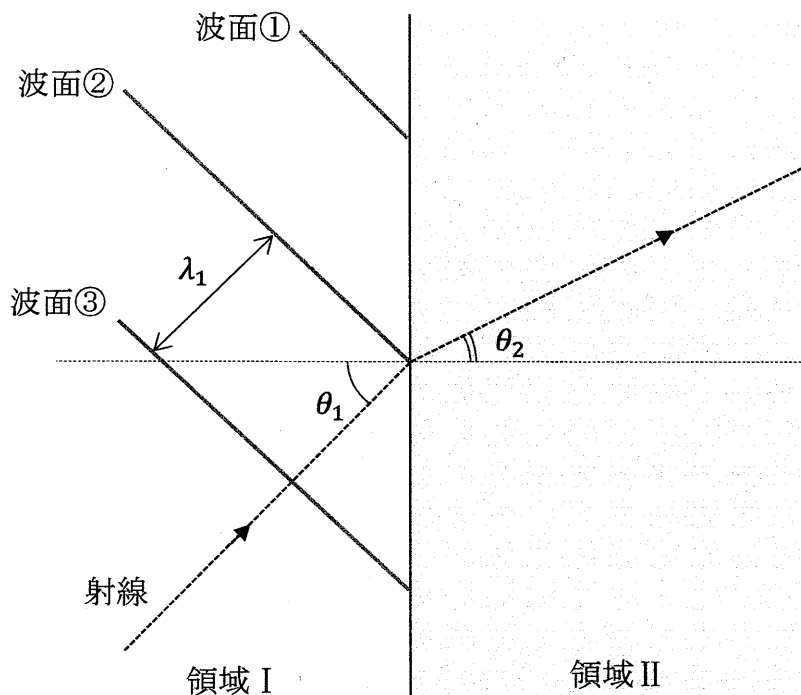


図1

問2 問1と同じ領域Ⅰと領域Ⅱがあり、図2のように、領域の境界に2つのスリット S_1, S_2 のある厚さの無視できるうすい壁を置き、領域Ⅱ内でスリットから L だけ離れた位置に境界と平行にもう1つの壁 W を置いた。2つのスリットの間隔は D で、その二等分線（中心軸）と壁 W との交点を原点 O として壁 W に沿って x 軸を、中心軸に沿って y 軸をとる。 x 軸の正の向きは S_2 から S_1 の向き、 y 軸の正の向きはスリットのある壁から壁 W の向きとする。2つの領域、2つの壁は、 x 軸に沿った方向には十分な広がりがある。壁 W 上の x 座標が X にある点を P とする。水面を伝わる波の領域Ⅰに対する領域Ⅱの屈折率は n である。

領域Ⅰからスリットに向かって波長 λ_1 の平面波を中心軸に平行に入射すると、領域Ⅱで2つのスリットから生じた円形波が干渉した。

- (a) スリット S_1, S_2 から生じた波が、点 P において同位相で重なり強め合った。そのときの条件式を、 D, L, X, λ_1, n および整数 m ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$) を用いて表せ。
- (b) 問2 (a) の条件式を満たす点の数は有限である。 $D = 4\lambda_1, n = 1.4$ のときの強め合う点の数を、数値で答えよ。

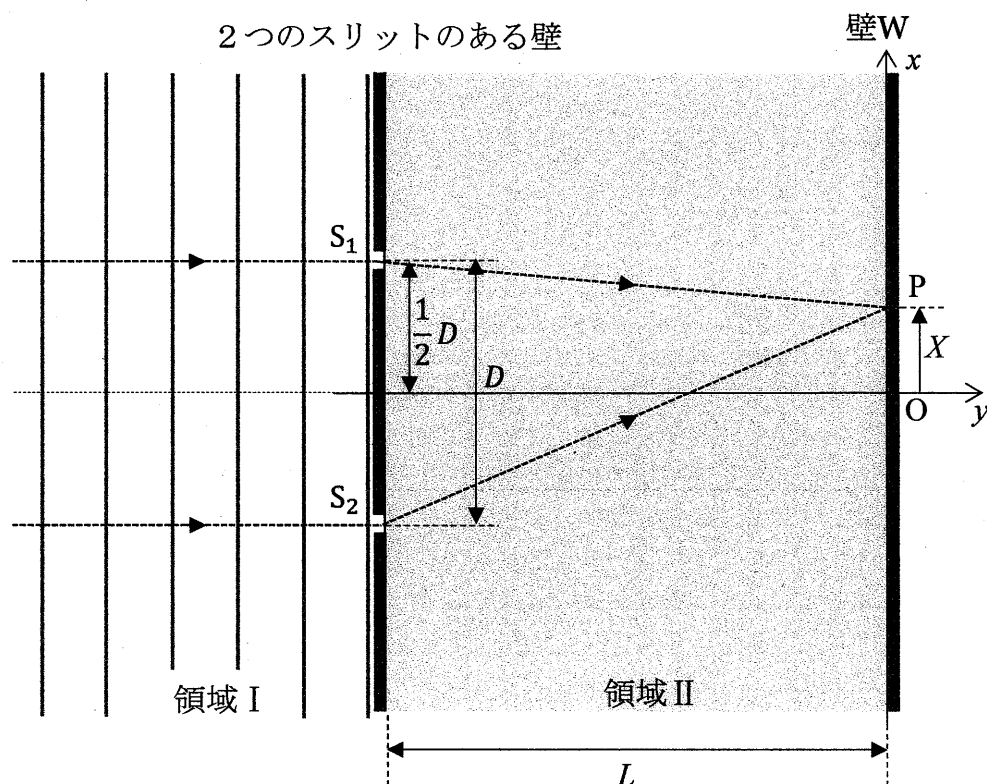


図2

問3 図3のように、問2において、領域Ⅱの媒質の水を一様に x 軸の正の向きに速さ v で流した。スリット付近における水の流れの乱れは無視できる。なお、領域Ⅱの静水における波の速さは V_2 、波長は λ_2 であり、 S_1 と O の間の距離を ℓ とする。

- (a) S_1 から O に向かって生じた水面波は、水の流れによって壁 W 上の点 P' に到達した。 S_1 から O に向かって生じた水面波の進む速度の y 成分の大きさ V_y および点 P' の x 座標 X' を、それぞれ V_2 , v , L , ℓ の中から必要なものを用いて表せ。
- (b) S_1 から生じて点 P' に到達する水面波の波長 λ_2' を、 V_2 , v , D , L , λ_2 , ℓ を用いて表せ。
- (c) S_1 から生じて点 P' に到達した水面波と、 S_2 から生じて点 P' に到達した水面波の重なるの様子を表すものとして最も適切なものを、次の(あ)～(え)の中から1つ選び記号で答えよ。また、選んだ理由を簡潔に説明せよ。
- (あ) 流れがないときの点 O と同じように波が同位相で重なり強め合う。
- (い) 流れがないときの点 O と同じように波が逆位相で重なり弱め合う。
- (う) 波の位相差が時間とともに変化するため「うなり」が生じる。
- (え) 流れがないときの点 P' と同じ位相差で重なり、 v によって重なり方の様子は変わる。

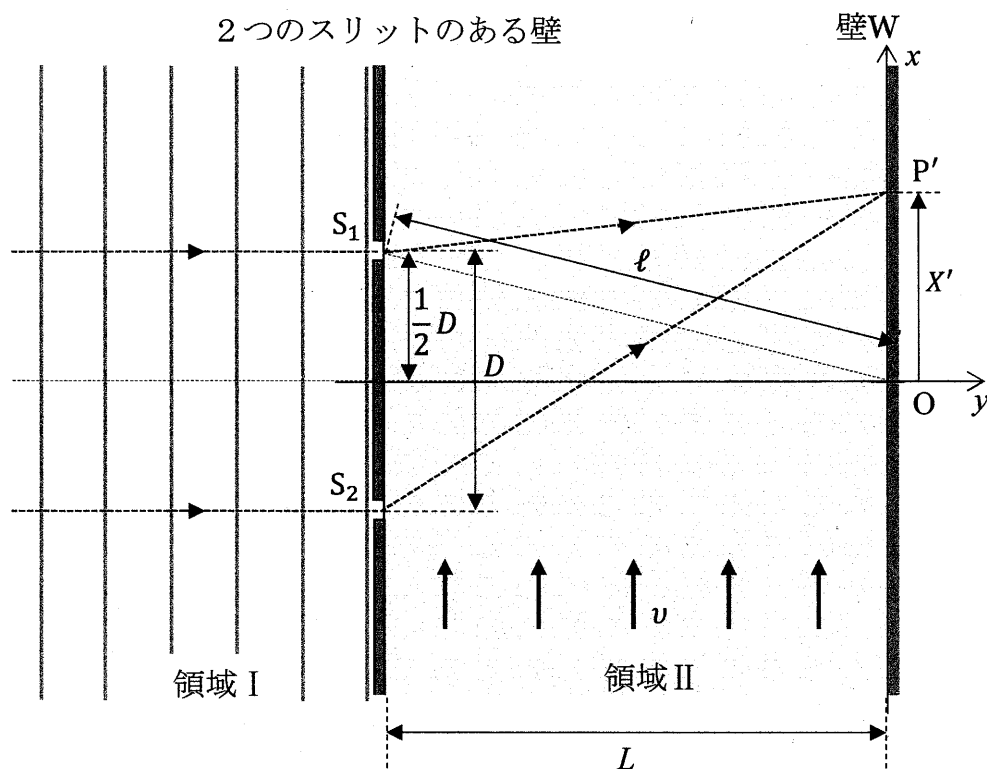


図3

3

導体棒に電流を流す場合について考える。導体棒は抵抗率 ρ の一様な材質でできており、導体内のキャリア（電流の担い手）は電気量 $-e$ の自由電子で、単位体積あたりの数は n である。導体棒の両端に電圧を加えると、自由電子は導体棒内の電場（電界）から力を受け、加速されて進む。自由電子は導体棒内の金属イオン等との衝突により速さに比例する抵抗力を受け、やがて電場から受ける力と抵抗力とがつり合って、一定の速さで移動するようになる。この抵抗力の大きさは自由電子の速さ v に比例し、 kv (k は正の比例定数) で表されるものとする。

以下の問 1 ～ 3 に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

問 1 図 1 のように、長さ L 、縦幅 D 、奥行き W の直方体の導体棒の両端の点 a と点 b の間に電圧 V を加えると、自由電子は一定の速さ v で移動し、大きさ I の電流が流れた。導体棒に沿って右向きを正として x 軸を、奥行き方向を正として y 軸を、上方向を正として z 軸を取り、導体棒の左端手前下を原点 O とする。

(a) この導体棒の両端 ab 間の抵抗値 R を、 ρ 、 L 、 D 、 W を用いて表せ。

(b) 導体棒内の電場は一様であるので、電場の強さは $\frac{V}{L}$ となる。また、電流の大きさは、単位時間あたりに導体棒の断面を通過する電気量の大きさであるので、 $I = envDW$ と表される。これらのことを用いて、比例定数 k を、 ρ 、 e 、 n を用いて表せ。

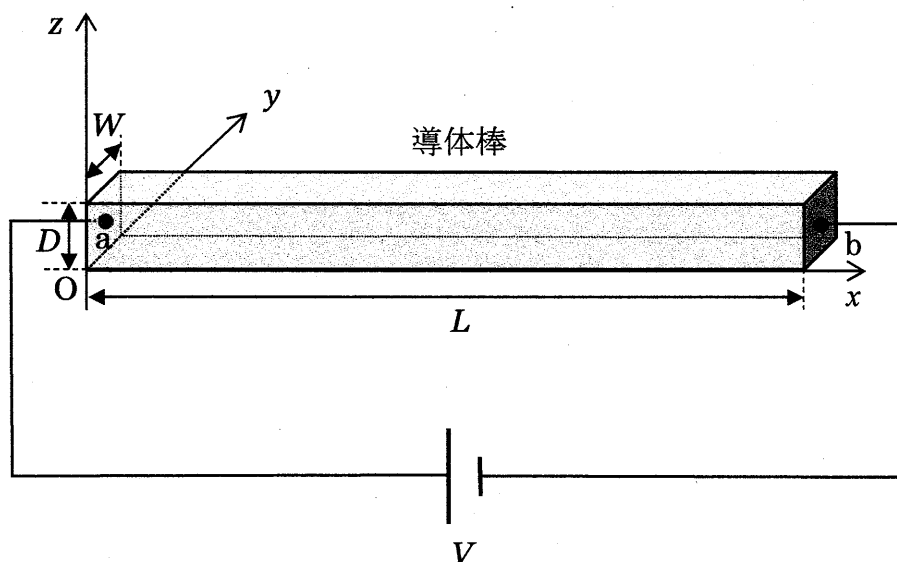


図 1

問2 次に、図2のように、図1の電流が流れている導体棒に、 y 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場（磁界）を加えた。導体棒内を移動する自由電子は、磁場からローレンツ力を受けることで自由電子の分布に偏りが生じる。この偏りによって導体棒内に z 軸に平行な向きに電場が生じ、導体棒の下面と上面の間に電圧が生じた（ホール効果）。この z 軸に平行な向きに生じた電場から自由電子が受ける力と、磁場によるローレンツ力が釣り合うことで、自由電子は磁場を加える前と変わらず x 軸に平行な向きに速さ v で移動し、導体棒には大きさ I の電流が流れた。同じ x 座標にある導体棒の上面の点 p と下面の点 q の間の電圧の大きさを測定すると V_z であった。

- (a) 自由電子が受けるローレンツ力の大きさ f を、 e , v , B を用いて表し、この力の z 成分の向きを、正、負どちらかで答えよ。
- (b) 点 p と点 q で電位の高い方を、 p , q のどちらかで答え、また、単位体積あたりの自由電子の数 n を、 e , ρ , L , D , V , B , V_z を用いて表せ。

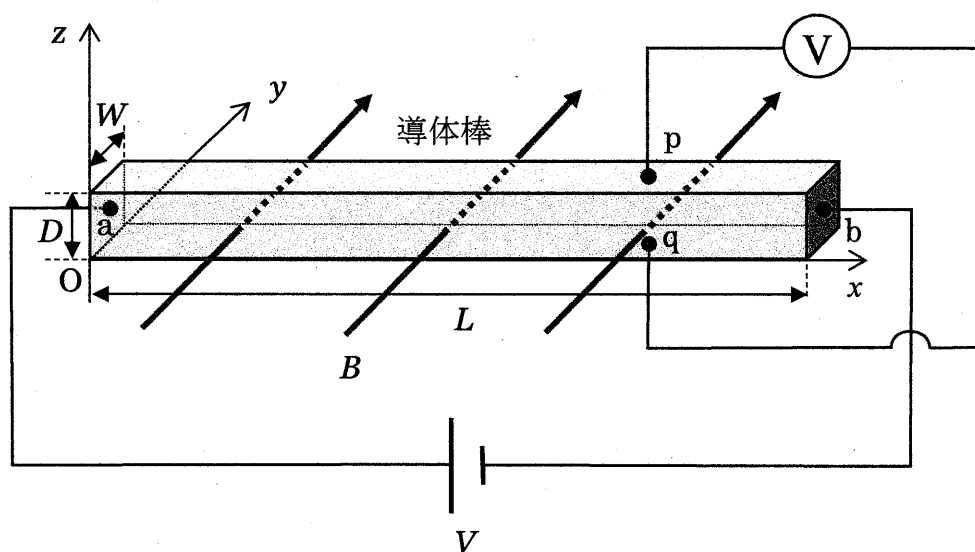


図2

問3 さらに、図3のように、導体棒を問1、2と同じ材質で、長さ L 、奥行き W 、 z 軸方向の幅が D から D' ($L > D' > D$) に x 座標とともに一定の割合で増加しているものに変えた。導体棒の両端 ab 間に電圧 V を加えると、導体棒には大きさ I' の電流が流れた。その後、 y 軸の正の向きに磁束密度 B の一樣な磁場を加え、 x 座標がともに X の位置にある導体棒の上面の点 p' と下面の点 q' の間の電圧を測定した。

- (a) x 座標が X の位置における自由電子の速さ v_x を、 I' 、 e 、 n 、 L 、 D 、 D' 、 W 、 X を用いて表せ。
- (b) x 座標が X の位置における点 p' と点 q' の間の電圧の大きさ V_x を、 I' 、 e 、 n 、 B 、 L 、 D 、 D' 、 W 、 X の中から必要なものを用いて表せ。

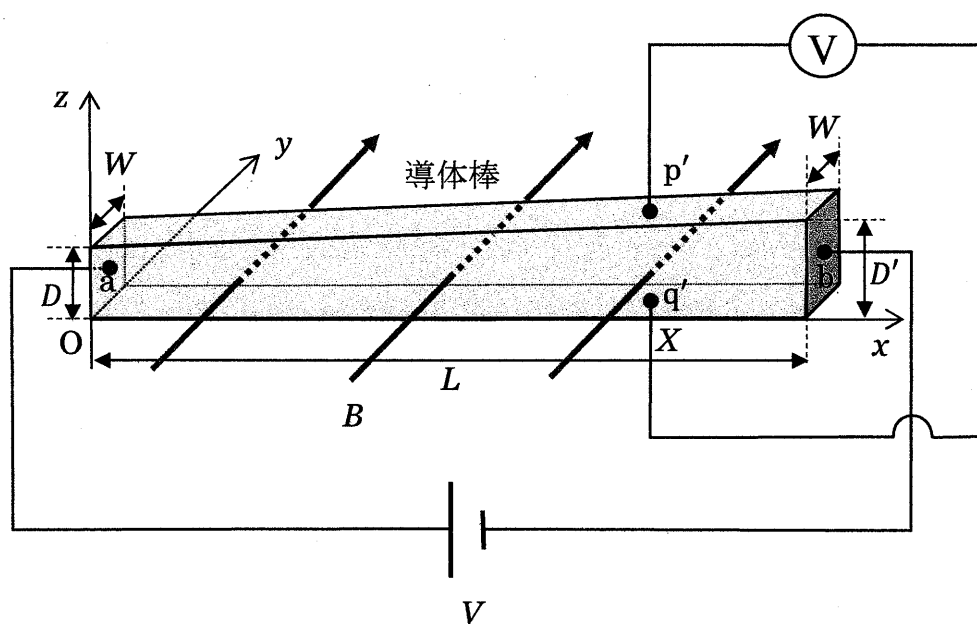


図3

令和 7 年度（2025 年度）東北大学
A O 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<選択問題 2>

令和 6 年 11 月 2 日

志願学部／学科	試 験 時 間	ページ数
医 学 部 医 学 科	13 : 00～15 : 00 (120 分)	19 ページ

——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： $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

1 次の文章〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕を読み、問1から問7に答えなさい。

〔Ⅰ〕 a) イオン化エネルギーと電子親和力という2つのエネルギーは、原子と電子の親和性に関わるものであり、その大きさは個々の原子で異なっている。このことは、原子どうしの共有結合において、結合に関与する電子を引き付ける強さが原子によって異なることを示唆している。原子が共有電子対を引き付ける強さの尺度として電気陰性度があり、その数値化が試みられてきた。その1つにポーリングの電気陰性度がある。

ポーリングは、同じ原子Aどうしの結合(A-A)の結合エネルギーと原子Bどうしの結合(B-B)の結合エネルギーの平均に比べて、異なる原子AとBの間の結合(A-B)の結合エネルギーがいつも大きいことに気がついた(式i)。ここで、 D_{XY} は原子Xと原子Yの結合エネルギーを表している(*注1)。

$$D_{AB} - \frac{1}{2}(D_{AA} + D_{BB}) > 0 \quad (*\text{注}2) \cdots \text{式 i}$$

この現象の理由として、ポーリングは b) 原子AとBが共有結合したとき、共有電子対の偏りによって結合に極性が生じ、ある割合でイオン結合性を含むようになり、その分結合エネルギーが大きくなるためであると考えた。そこで、原子が共有電子対を引きつける強さを電気陰性度として χ で表し、2つの原子の電気陰性度の差の絶対値 $|\chi_A - \chi_B|$ が $\sqrt{D_{AB} - \frac{1}{2}(D_{AA} + D_{BB})}$ に比例するとして、式iiのように定義した。ただし、 k は定数である。

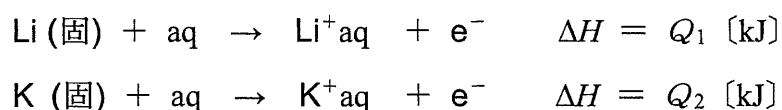
$$|\chi_A - \chi_B| = k \times \sqrt{D_{AB} - \frac{1}{2}(D_{AA} + D_{BB})} \quad \cdots \text{式 ii}$$

(*注1) D は正しくは結合解離エネルギーを表すが、ここでは簡単に結合エネルギーとする。

(*注2) D_{AA} と D_{BB} の相乗平均をとる式と相加平均をとる式が存在するが、ここでは相加平均をとる式を用いた。

問1 下線部 a) のイオン化エネルギーは原子が電子を失って陽イオンになる性質の強さを知る上で重要な指標であるが、水溶液中において単体の金属が電子を失って陽イオンになる性質の強さについてはイオン化エネルギーの値だけから推測することはできない。次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 単体の金属(固体)が水溶液中で電子を放出して陽イオンになろうとする性質のことを金属の ア という。空欄 ア にあてはまる語句を6文字で書きなさい。
- (2) (1)で述べた金属の性質の強さは標準電極電位として定量的に表すことができ、その強さをLi, Na, Kで比較すると $\text{Li} > \text{K} > \text{Na}$ の順となる。この順番はイオン化エネルギーから推定される陽イオンになりやすい順番とは異なっている。その理由を考えるために、LiとKを例として、水溶液中において金属単体が電子を失って陽イオンになる反応(下枠内)におけるエンタルピー変化 ΔH の大きさを比較したい。ヘスの法則を利用して Q_1 や Q_2 の値を計算で求めるために必要なものを①から⑥よりすべて選んで、解答欄の番号を○で囲みなさい。なお、下枠内のaqは溶媒の水を表し、化学式のあとにaqをつけたものは水に溶解していることを表す。



- ① Li(気) および K(気) のイオン化エネルギー
- ② Li(気) および K(気) の電子親和力
- ③ Li(固) および K(固) の融解エンタルピー
- ④ Li(固) および K(固) の昇華エンタルピー
- ⑤ Li^+ (気) および K^+ (気) の水和エンタルピー(*注3)
- ⑥ LiCl(固) および KCl(固) の溶解エンタルピー

(*注3) 気体状態のイオン1 mol が水和するときのエンタルピー変化を水和エンタルピーという。

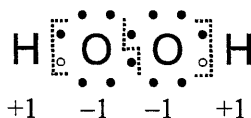
問2 式iiを用いた場合の臭素 Br の電気陰性度を求め、小数第2位を四捨五入して、小数第1位まで書きなさい。ただし、H-H, Br-Br, H-Br の結合エネルギーの値をそれぞれ 436 kJ/mol, 188 kJ/mol, 364 kJ/mol とし、定数 $k = 1.0 \times 10^{-1} (\text{kJ/mol})^{-1/2}$ とする。また、水素原子の電気陰性度を 2.2 とする。

必要であれば、次の数値を用いなさい。

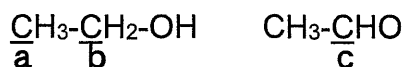
$$\sqrt{2} = 1.41 \quad \sqrt{3} = 1.73 \quad \sqrt{5} = 2.24 \quad \sqrt{7} = 2.65 \quad \sqrt{11} = 3.32 \quad \sqrt{13} = 3.61 \quad \sqrt{17} = 4.12$$

問3 共有結合を含む分子や多原子イオンにおいて原子の酸化数を決定するには、電気陰性度をもとに結合に関与する電子がどちらの原子に所有されているかを考える。異なる原子どうしの共有結合では、共有電子対は電気陰性度の大きい原子の方に完全に所有されているものとし、また、同じ元素の原子どうしの共有結合の場合は共有電子対をつくる電子を均等に分けてそれぞれの原子に割り振る。そのようにして、分子やイオン中の原子が所有する最外殻電子の数を結合前と後で比較し、その差を酸化数とする。例として過酸化水素 H_2O_2 の場合を下に示す。符号付きの数字が酸化数である。

(例)



次に示す a から c の炭素原子の酸化数をそれぞれ符号をつけて書きなさい。なお、電気陰性度は次のとおりとする。水素 H : 2.2 炭素 C : 2.6 酸素 O : 3.4



問4 下線部 b) について次の文を読み、(1)と(2)に答えなさい。

結合の極性の大きさは、電気双極子モーメントの測定値が目安となる。等しい大きさの正電荷 $+q$ [C] と負電荷 $-q$ [C] がある距離だけ離れて存在するものを電気双極子といい、その距離を r [m] とすると電気双極子モーメント μ [C·m] は $\mu = qr$ で表される。

原子AとBからなる分子ABの電気双極子モーメントの実測値が μ_1 [C・m] であったとする。また、原子Aと原子Bが電子1個をやり取りして、分子ABと同じ結合距離 r [m] で純粋なイオン結合をつくっていると仮定したときの電気双極子モーメント μ_0 [C・m] は、電子と陽子の電気素量をそれぞれ $-q_0$ (-1.60×10^{-19} C), $+q_0$ ($+1.60 \times 10^{-19}$ C) として次式を用いて計算できる。

$$\mu_0 = q_0 r$$

μ_1/μ_0 は分子ABに含まれるイオン結合性の割合を表しており、たとえば、 $\mu_1/\mu_0 = 0.30$ のとき、イオン結合性は30%であるという。

- (1) HCl の電気双極子モーメントを測定すると 3.70×10^{-30} C・m であった。また、HCl 分子において、水素原子と塩素原子の間の結合距離は同じであるが両者が完全にイオン結合で結びついていると仮定したときの電気双極子モーメント [C・m] を計算すると 2.03×10^{-29} C・m であった。HCl 分子に含まれるイオン結合性は何%であるか。有効数字2桁でその数値を書きなさい。
- (2) 電気双極子モーメントには方向がある。極性がある結合はその1つである。分子内に電気双極子モーメントが複数あり、異なる方向の電気双極子モーメントどうしが打ち消しあい、分子全体として無極性となる分子のうち、3原子分子の例を1つあげ、その分子式を書きなさい。

〔Ⅱ〕 一般に、希薄溶液の浸透圧は次式に示すように溶質粒子のモル濃度〔mol/L〕と絶対温度〔K〕に比例する。これをファンツホッフの法則という。

$$\Pi = cRT \quad \Pi: \text{浸透圧} [\text{Pa}] \quad c: \text{溶質粒子のモル濃度} [\text{mol/L}]$$

$$R: \text{気体定数} [\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})] \quad T: \text{絶対温度} [\text{K}]$$

水溶性の非電解質である有機化合物 **A** のみが 1.00 L 中に 82.0 mg 溶けている水溶液 **B** がある。水のみを通過させる半透膜で隔てた断面積 5.0 cm² の均一な太さの U 字管の一方に水溶液 **B** を 100 mL 入れ、もう一方に純水 100 mL を入れて (図 1-1)、しばらく放置した。液面の高さに変化が起こらなくなったことを確認して、液面差 (左右の管の液面の高さの差) を測

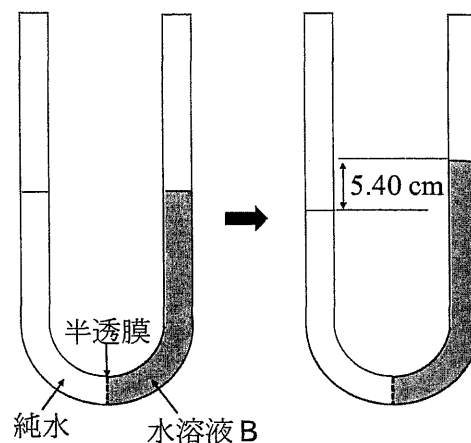


図 1-1

図 1-2

定したところ、5.40 cm であった (図 1-2)。実験は大気圧 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、室温 27°C のもとで行い、U 字管内部の純水や水溶液の温度は室温に等しいものとする。また、U 字管からの水の蒸発は少なく、無視できるものとし、水溶液と純水の密度はいずれも 1.00 g/cm^3 とする。断面積には管の厚みは含まれない。

問 5 水溶液 **B** について (1) と (2) に答えなさい。

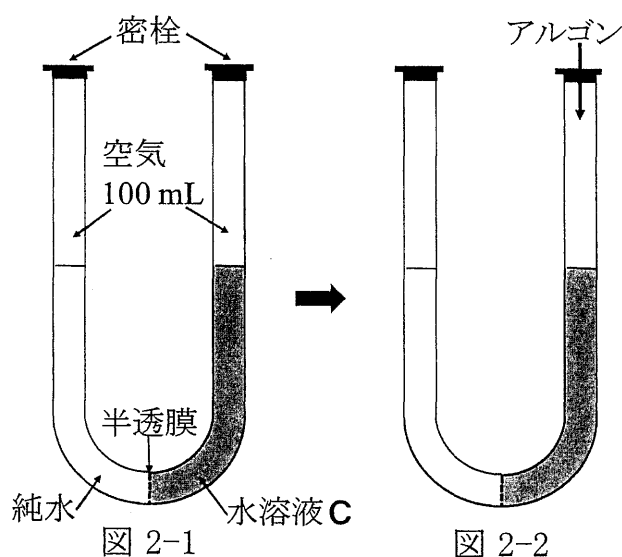
- (1) 水の浸透により希釈される前の水溶液 **B** のモル濃度を x 〔mol/L〕とし、これを求めるため、ファンツホッフの法則に基づき、次の式 iii) を立てた。式の中の間
イ に数値を用いた式を書き入れ、式 iii) を完成させなさい。ただし、用いる数値は説明文中にある数値および整数のみとし、計算は一切しないこととする。式
 中の 98.0 Pa/cm は、水溶液 **B** と純水の液面差 1 cm によって生じる圧力〔Pa/cm〕である。

$$98.0 \text{ Pa/cm} \times 5.40 \text{ cm}$$

$$= x [\text{mol/L}] \times \text{イ} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (273+27) \text{ K} \cdots \text{式 iii)}$$

- (2) (1) の x を求めたところ、 $2.4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ であった。有機化合物 **A** の分子量を計算し、その数値を有効数字 2 桁で書きなさい。

問6 水溶液Cは、水溶液Bの10倍の濃度、すなわち $2.4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ になるよう有機化合物Aを溶解した水溶液である。図1-1と同様のU字管に半透膜を隔てて水溶液Cと純水を100 mLずつ入れたあと、速やかに密栓をした（図2-1）。このとき、気体部分はいずれも100 mLであり、大気圧と等しい圧力の空気で満たされていた。しばらく放置すると水溶液C側の液面が上昇し、純水側の液面が下降して液面差が生じた。また、図2-1と同じ実験装置で同様の操作をしてU字管に密栓した直後に、ある物質のアルゴンを水溶液C側にのみ注入したところ（図2-2）、時間が経過しても液面差は生じなかった。注入したアルゴンの物質量〔mol〕を求め、その数値を有効数字2桁で書きなさい。ただし、気体は理想気体としてふるまい、気体の水への溶解は無視できるものとする。また、アルゴンを注入したとき空気は漏れないものとする。



問7 断面積 1.0 cm^2 の均一な太さのU字管と断面積 5.0 cm^2 の均一な太さのU字管の2種類を準備して、どちらのU字管にも半透膜を隔てて水溶液B 100 mLと純水100 mLを入れて図1-1のような装置を組み立てた。さらに、水の移動がみられなくなるまで放置して液面差を測定した。この実験について次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 断面積と液面差の関係について考えてみる。そこで、半透膜を隔てて水溶液B 100 mLと純水100 mLを入れたU字管の断面積を $s\text{ [cm}^2\text{]}$ 、放置して水の移動がみられなくなったときの液面差を $h\text{ [cm]}$ として、 s と h の関係を表す式を作りたい。ただし、水溶液B 100 mL中に溶解している有機化合物Aの物質量を $n\text{ [mol]}$ 、気体定数を $R\text{ [Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ 、温度を $T\text{ [K]}$ 、液面差1 cmによって生じる圧力を $p\text{ [Pa/cm]}$ とすると、 $nRT\times 10^3/p$ は一定であり、定数とみなしてよく、 $nRT\times 10^3/p = k$ とする。液面差 h を表す次式の空欄 と空欄 にあてはまる s または k 、もしくは s と k を用いた文字式を書きなさい。必要であれば、問題文中の数値や問いの答えの数値も用いなさい。

$$h = \frac{-100 + \sqrt{\text{ウ}}}{\text{エ}}$$

- (2) 断面積と液面差について述べた次の文のうち、適切なものを1つ選んで、解答欄の番号を○で囲みなさい。

- ① 断面積 1.0 cm^2 のU字管と断面積 5.0 cm^2 のU字管では、断面積 5.0 cm^2 のU字管の方が液面差 h が大きい。
- ② 断面積 1.0 cm^2 のU字管と断面積 5.0 cm^2 のU字管では、断面積 1.0 cm^2 のU字管の方が液面差 h が大きい。
- ③ 断面積 1.0 cm^2 のU字管と断面積 5.0 cm^2 のU字管では、液面差 h の大きさに差はない。

2 次の文章〔I〕から〔IV〕を読み、問1から問12に答えなさい。

〔I〕 元素は人工的に作られたものも含めて 100 種類余りが知られている。同じ陽子数をもつ原子やイオンは同じ元素に属する。元素をある順番に並べて、性質のよく似た元素が同じ縦の列に並ぶようにして組んだ表を周期表という。私たちの身の回りにある物質は、膨大な数の原子やイオンが集まってできており、その膨大な数の原子やイオンの集団としての物質の量を表すのに便利な単位としてモル(mol)が用いられる。

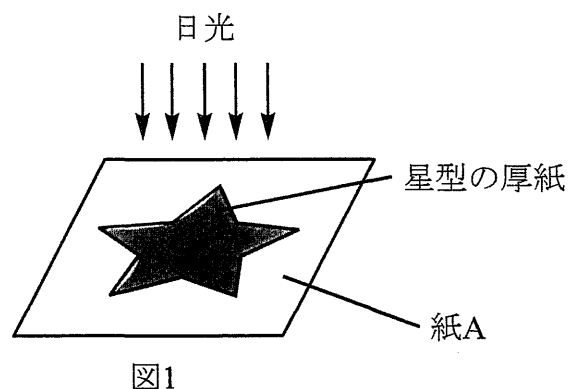
問1 元素、モル(mol)などに関する次の記述の中から正しいものをすべて選び、解答欄の記号を○で囲みなさい。

- (a) すべての元素のすべての安定な同位体の原子は、必ず電子、陽子および中性子を含んでいる。
- (b) 現在の周期表中では、元素は原子量が増加する順番に並んでいる。
- (c) 族番号が 12 よりも小さい元素の中に、金属元素でない元素が存在する。
- (d) 現在では、質量数 12 の炭素原子 ^{12}C が正確に 12 g あるとき、その中に含まれる ^{12}C の数と等しい数の集団のことを 1 mol と定義している。
- (e) 第 2 周期で 1 族から 17 族に属する元素では、原子番号が大きくなるほど原子半径は増加する。
- (f) 同じ電子配置をもつ単原子イオンである O^{2-} 、 F^{-} 、 Na^{+} 、 Mg^{2+} および Al^{3+} では、原子番号が大きくなるほどイオンの大きさは小さくなる。

〔Ⅱ〕 鉄のシュウ酸塩 $\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

と a) ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム を

水に溶かした溶液に白紙を浸した後、この白紙を取り出して暗所で乾燥させた。出来上がった紙（以後紙 A と呼ぶ）に、図 1 のように星形の厚紙を載せ、その上から日光



を 10 分間照射した。その間、紙 A から二

酸化炭素の発生が観測された。その後、紙 A を水洗いして乾燥させたところ、星形の厚紙が載っていた部分は白色、星形の厚紙が載っていなかった部分は濃青色となり、星形が紙にくっきりと写し取られた。この星形の厚紙が載っていなかった部分に生じた濃青色の物質は、ターンブルブルーとよばれる、水に不溶性の化合物である。

問 2 下線部 a) のヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウムの化学式を、配位子、配位数、カリウムの数などが明確に分かるように書きなさい。

問 3 ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸イオンにおいて、鉄イオンの周りにおけるシアニド配位子の中の炭素原子は、ある正多面体の頂点の位置に配置している。その正多面体の名称を書きなさい。

問 4 紙 A の日光が当たった部分では、酸化還元反応が起こっている。この反応で、(1) 酸化された元素の酸化数の変化、および(2) 還元された元素の酸化数の変化を、それぞれ下の書き方の例にならって書きなさい。

〔例〕 ClO^- から Cl^- が生じる反応での塩素の酸化数の変化の書き方： $+1 \rightarrow -1$

問 5 ターンブルブルーがヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸イオン、 Fe^{3+} イオンおよび水分子のみから構成されているとして、ターンブルブルーに含まれる酸化数が +2 と +3 の鉄イオンの数の比、すなわち酸化数 +2 の鉄イオンの数：酸化数 +3 の鉄イオンの数 = $\boxed{x} : \boxed{y}$ の \boxed{x} と \boxed{y} に入る最も小さい正の整数を、それぞれの解答欄に書きなさい。

〔Ⅲ〕 次の実験 1 から実験 6 はいずれも実験室で気体を発生させる実験，または発生した気体の反応の実験に関する記述である。

実験 1 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると，気体 X が発生した。

実験 2 亜硫酸ナトリウム水溶液に希硫酸を加えると，気体 Y が発生した。

実験 3 塩化アンモニウム水溶液に水酸化カルシウムを加えて加熱すると，刺激臭のある気体 Z が発生した。気体 Z は湿った赤色のリトマス試験紙を青色に変色させた。

実験 4 塩化アンモニウムを水に溶かし，小過剰の亜硝酸ナトリウムを加えて加熱すると，窒素が発生した。

実験 5 デンプン水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて生じる青紫色溶液に，気体 X または気体 Y を通したところ，いずれの場合も溶液の青紫色が消失した。

実験 6 気体 X と気体 Y を触媒存在下 200～350℃で反応させると，硫黄と水が生成した。

問 6 (1) 実験 2，(2) 実験 3 および(3) 実験 4 で起こった化学反応のイオンを含まない化学反応式を，それぞれ解答欄(1)から(3)に書きなさい。

問 7 実験 1，実験 2，実験 3 および実験 4 で発生した(1) 気体 X，(2) 気体 Y，(3) 気体 Z および(4) 窒素を大気中で捕集するのに最も適した方法を，それぞれ次の(A)から(C)の中から 1 つずつ選び，その記号をそれぞれ解答欄(1)から(4)に書きなさい。

(A) 水上置換 (B) 下方置換 (C) 上方置換

問 8 (1) 実験 5 で、気体 Y を通したときに起こる反応のイオンを含まない化学反応式を書きなさい。

(2) 実験 6 の反応で、還元剤としてはたらいた物質の分子式を書きなさい。

〔Ⅳ〕 水酸化バリウム $\text{Ba}(\text{OH})_2$ の飽和水溶液は強い塩基性を示すのに対し、水酸化マグネシウム $\text{Mg}(\text{OH})_2$ の飽和水溶液の塩基性は弱い。これは主に、水酸化マグネシウムの水への溶解度が低いためである。水酸化マグネシウムの固体 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (固)の水に対する溶解平衡は式(1)で表される。



この溶解平衡の平衡定数を K とすると、溶解度積 K_{sp} は式(2)で表される。なお、 $[\text{物質}]$ はその物質のモル濃度を表す。

$$K_{\text{sp}} = K [\text{Mg}(\text{OH})_2 (\text{固})] = \boxed{\text{ア}} \quad (2)$$

25 °Cでの水酸化マグネシウムの溶解度積 K_{sp} は $2.0 \times 10^{-11} \text{ mol}^3/\text{L}^3$ とする。

問 9 式(2)の空欄 $\boxed{\text{ア}}$ に入る式を、 $[\text{Mg}^{2+}]$ および $[\text{OH}^-]$ を用いて書きなさい。

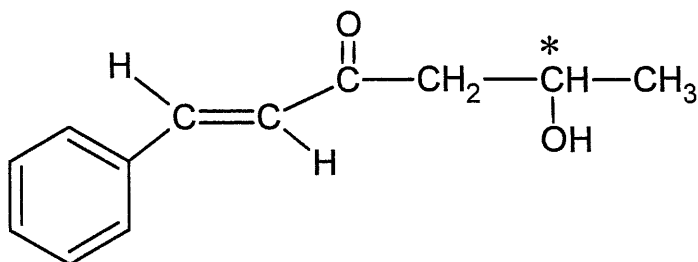
問 10 25 °Cの水酸化マグネシウム飽和水溶液中に溶けているマグネシウムイオンのモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を有効数字 2 桁で求め、その数値を解答欄に書きなさい。必要なら、 $\sqrt{2} = 1.4$, $\sqrt{5} = 2.2$, $\sqrt[3]{2} = 1.3$, $\sqrt[3]{5} = 1.7$ を用いなさい。

問 11 25 °Cでの水のイオン積 K_{w} を $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ として、25 °Cの水酸化マグネシウム飽和水溶液の pH を小数点以下 1 桁まで求め、その数値を解答欄に書きなさい。必要なら $\log_{10} 1.7 = 0.23$, $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 2.2 = 0.34$, $\log_{10} 2.9 = 0.46$ を用いなさい。

問 12 水酸化マグネシウム飽和水溶液と十分に過剰な量の固体の水酸化マグネシウムが溶解平衡にある混合物がある。この混合物によくかき混ぜながら希硫酸を加えていき、混合物中の溶液部分の pH が 25 °Cで 9.0 になるように調整したとき、溶液に溶けているマグネシウムイオンのモル濃度 $[\text{mol/L}]$ はいくらになるか。有効数字 2 桁で求め、その数値を解答欄に書きなさい。

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)にならって書きなさい。なお、構造式を書くとき、不斉炭素原子に由来する立体異性体は区別しない。

(例)



問1 有機化合物の性質について、(1)から(4)に答えなさい。

- (1) C_5H_{12} の炭化水素の構造異性体の中で、分子間にはたらく力が最も弱く沸点の最も低い異性体はどれか。その異性体の構造式を書きなさい。
- (2) アルコールが同程度の分子量を持つ炭化水素に比べて沸点が高いのは分子間にどのような相互作用があるためか。その相互作用を表す最も適切な語句を書きなさい。
- (3) メタン、エチレン、アセチレンの中で最も不完全燃焼を起こしやすく、燃える時にすすが多く、炎がより赤くなるのはどれか。化合物の名称を書きなさい。
- (4) エタン、エチレン、アセチレンの中で過マンガン酸カリウム水溶液に加えても赤紫色が消えないのはどれか。化合物の名称を書きなさい。

問2 次の化合物 (A) から (E) の中で、下の条件(1)から(5)のそれぞれに当てはまる化合物を選び、解答欄の該当する記号を○で囲みなさい。なお、それぞれの条件において解答は1つとは限らない。

- (A) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{OH}$ (B) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ (C) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$
(D) $\text{CH}_2=\text{CHCH}(\text{OH})\text{CH}_3$ (E) $\text{CH}_2=\text{CHOCH}_2\text{CH}_3$

- (1) 臭素が付加してジブロモ化合物を与える。
- (2) ヨウ素および水酸化ナトリウム水溶液と反応させると黄色沈殿が生じる。
- (3) 不斉炭素原子を持っている。
- (4) フェーリング液を加えて温めると赤色沈殿ができる。
- (5) シス・トランス異性体が存在する。

問3 次の記述の反応で生成する化合物 A から E の構造式を書きなさい。

- (1) メタンと大過剰の塩素の混合物に紫外線を照射すると無極性分子である化合物 A が得られる。
- (2) アセチレンに触媒の存在下で水を付加させると化合物 B が得られる。
- (3) 加熱した濃硫酸にエタノールを加え 130～140 °Cに加熱すると分子間の反応により化合物 C が得られるが、同じ反応を 160～170 °Cで行うと分子内の反応により化合物 D が得られる。
- (4) 濃硫酸存在下でグリセリンと硝酸を反応させると、火薬や狭心症治療薬に用いられる化合物 E が生成する。

問4 次の文章を読み、空欄 A から H に入る最も適切な語句あるいは化合物名を書きなさい。

鎖状炭化水素基 R とカルボキシ基から構成されるモノカルボン酸（一価カルボン酸） RCOOH は A と呼ばれ、広い意味では R には H も含まれる。その中で炭素数の多いものを B，少ないものを C という。この広義の A の中の飽和カルボン酸の中で最も強い酸性を示すのは D であり、この D はカルボン酸であるが分子中に E 基が存在するため還元性を示す。油脂はグリセリンとさまざまな B からなるエステル混合物である。油脂に水酸化ナトリウムを加えて加熱すると加水分解されセッケンとグリセリンになる。セッケンは水に混じりにくい F 基である炭化水素基と水に混じりやすい G 基であるイオン部分 $\text{-COO}^-\text{Na}^+$ からなり、水中では、G 基を外側にして集まることにより H を形成しコロイド粒子となる。

問5 次の文章を読み、(1)から(4)に答えなさい。

炭素、水素、酸素のみから構成される有機化合物 X を水酸化ナトリウム水溶液と加熱したところ、完全に加水分解が進行して 3 種類の化合物が生成した。この 3 種類の化合物を含む水酸化ナトリウム水溶液にジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ、水層Ⅰとエーテル層Ⅰに分離した。エーテル層Ⅰからは化合物 A が得られた。水層Ⅰには常温常圧で二酸化炭素を十分吹き込み、次にジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ、水層Ⅱとエーテル層Ⅱに分離した。このエーテル層Ⅱには 3 種類の化合物のいずれも含まれていなかった。水層Ⅱに塩酸を加えて酸性とし、ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜ水層Ⅲとエーテル層Ⅲに分離した。エーテル層Ⅲのエーテルを蒸発させて除くと、2 種類の化合物の混合物が得られた。この混合物は濃硫酸を触媒としてメタノールと反応させると化合物 B, C の混合物へと変換された。化合物 B, C の混合物をジエチルエーテルに溶かし、水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜ水層Ⅳとエーテル層Ⅳに分離した。エーテル層Ⅳから化合物 B が得られ、水層Ⅳに塩酸を加えて酸性とすることで化合物 C が得られた。

化合物 A, B, C についてそれぞれ分析を行い以下の (a) から (c) の結果が得られた。

- (a) 化合物 A は分子式が $C_9H_{12}O$ のベンゼン一置換体で、A は金属ナトリウムと反応し水素を発生し、また A はヨードホルム反応を示した。
 - (b) 化合物 B は、分子式 $C_{10}H_{10}O_2$ のベンゼン一置換体であり、B を臭素と反応させると不斉炭素原子 1 個を有するジブロモ化合物 D が得られた。
 - (c) 化合物 C は塩化鉄(Ⅲ)水溶液との反応で紫色に呈色し、C を水酸化ナトリウムで加水分解したのち塩酸で酸性にするとサリチル酸が得られた。
- (1) 化合物 A の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある場合には不斉炭素原子に * 印を付けなさい。
 - (2) 化合物 B, D の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある化合物には不斉炭素原子に * 印を付けなさい。
 - (3) 化合物 C の構造式を書きなさい。
 - (4) 化合物 X の構造式を書きなさい。不斉炭素原子がある場合には不斉炭素原子に * 印を付けなさい。

令和 7 年度（2025 年度）東北大学

A○入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<選択問題 3>

令和 6 年 11 月 2 日

志願学部／学科	試 験 時 間	ページ数
医 学 部 医 学 科	13：00～15：00 (120 分)	11 ページ

———このページは白紙———

1 次の文章を読み、以下の問（1）～（8）に答えよ。

(a)塩基対数がわからない DNA を挿入した (b)プラスミドがある。この DNA の塩基対数を解析することを目的として、(c)制限酵素や (d)電気泳動装置を用いて、下記の実験を行った。ただし、この実験で用いた DNA を挿入する前のプラスミド DNA の大きさは 2930bp（塩基対）である。なお、このプラスミドを制限酵素 *EcoRI* と *XhoI* で切断した部分に、下線部 (a) の塩基対数がわからない DNA を挿入した。

- ① 3本のマイクロチューブ A, B, C を用意した。
- ② それぞれのマイクロチューブに、マイクロピペットを用いて、蒸留水、制限酵素用緩衝液（少量の酸や塩基を加えたり、多少濃度が変化したりしても水素イオン濃度が大きく変化しない溶液）、下線部 (a) を挿入した下線部 (b) のプラスミドの DNA 溶液を順番に入れた。
- ③ A のマイクロチューブには (e)制限酵素 *EcoRI* 溶液を、B には制限酵素 *XhoI* 溶液を、C には制限酵素溶液（制限酵素 *EcoRI* 溶液と制限酵素 *XhoI* 溶液の混合液）を入れた。
- ④ これらのマイクロチューブのふたをして、よく混ぜた。
- ⑤ 準備したマイクロチューブを 37℃ で 30 分間保温した。
- ⑥ 反応後の DNA 溶液に青い色素溶液を加えて、よく混ぜた。
- ⑦ この 3 本のマイクロチューブから内部の試料をマイクロピペットで取り、電気泳動装置のアガロースゲルの別々の溝（ウェル）にゆっくりと注入した。（マイクロチューブ A はレーン 1 の溝に、B はレーン 2 の溝に、C はレーン 3 の溝に入れた。また、塩基対数のわかっている DNA をマーカーとして別の溝に入れた。）
- ⑧ この電気泳動装置のアガロースゲルに 100V で 30 分間通電した。
- ⑨ この結果、次の図 1 のようになった。

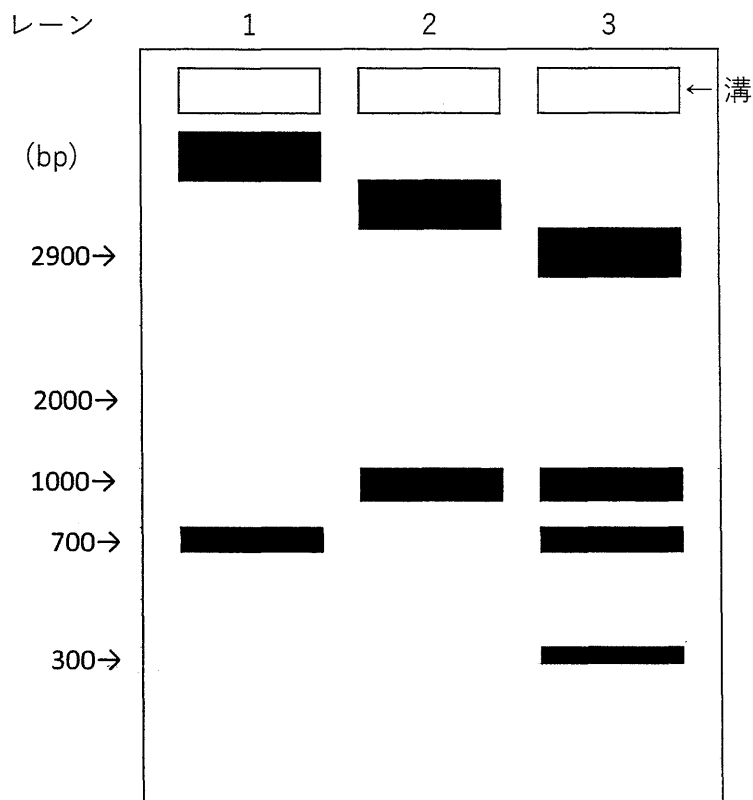
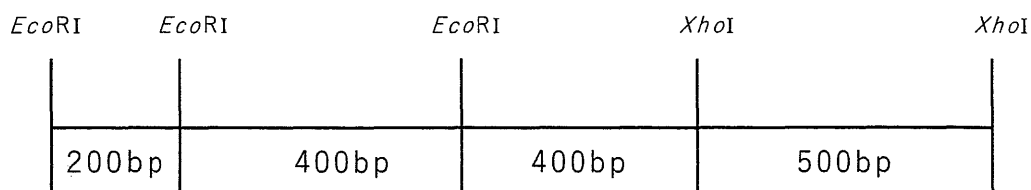


図 1

問(1) 上記の実験結果から下線部(a)の塩基対数がわからない DNA の制限酵素地図（制限酵素 *EcoRI*と制限酵素 *XhoI*で切断することのできる位置とそれぞれの塩基対の大きさがわかるもの）を下記の例のように記せ。なお，DNA 断片を組み込んだ元のプラスミドには *EcoRI*，及び *XhoI*で切断できる塩基配列はそれぞれ 1 カ所しかないものとする。

例



問(2) 下線部(b)のプラスミドとはどのようなものか，2 行以内で記せ。

問(3) 下線部(c)の制限酵素は多くの細菌の中でどのようなはたらきをしているか，2 行以内で記せ。

問(4) 下線部(d)の電気泳動装置でアガロースゲルに電圧を加えると、DNA はなぜ移動していくのか。DNA を構成する物質の特性をふまえて、2 行以内で記せ。

問(5) 下線部(e)の制限酵素 *EcoRI* は DNA の塩基配列 GAATTC の部分を切断する。2 本に切断された箇所の塩基配列を書け。(どのように切断されたかわかるように書くこと。対になっている塩基配列の部分も書くこと。)

問(6) 約 420 万塩基対からなる大腸菌の DNA を下線部(e)の制限酵素 *EcoRI* で切断すると、理論的には何カ所で切断されるか。小数点以下第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。

問(7) ヒトのインスリン遺伝子を取り出し、そのままプラスミドを用いて大腸菌に取り込ませても、大腸菌は機能を持ったインスリンを生産することはできない。その理由を 2 行以内で記せ。

問(8) ゲノム編集は短時間で簡単に遺伝子を操作する CRISPR-Cas9 という手法で行われるようになった。この方法でどのように特定の遺伝子を挿入するのか、下記の語句をすべて用いて、4 行以内で記せ。

【語群】 遺伝子、ヌクレオチド鎖、Cas9 タンパク質、ガイド RNA、DNA

2 次の文章を読み、以下の問（１）～（８）に答えよ。

有性生殖は配偶子の形成時に遺伝子の^(a)組換えが起こるため、親とは異なった遺伝子の組み合わせをもった子孫をつくることができる。しかし、植物の両性花の中で受精が起こる場合は、多様性のある子孫を残す可能性は小さくなる。自家受精は受精の効率を上げるには有効だが、多様性を持った子孫を残すには自家受精を抑制し、他家受精（他の個体と受精する）を促すしくみが必要である。自家受精を防ぐしくみには様々なものがあるが、そのうちの一つに自家不和合性がある。^(b)ナス科の植物においては花粉側のタンパク質の型と雌しべ側のタンパク質の型が一致すると、花粉管の成長が途中で止まってしまい、受精することができない。

問(1) ある植物の花の色に関する対立遺伝子 A と a、及び花粉の形状に関する対立遺伝子 B と b は一対の相同染色体上に存在している。一方の染色体では遺伝子 A と B が連鎖し、対になる染色体では遺伝子 a と b が連鎖している。遺伝子型 AABB の個体と aabb の個体を交配すると、F₁（雑種第 1 代）の遺伝子型はすべて AaBb になった。この個体が配偶子を形成する時に下線部（a）の組換えが生じ、その組換え価は 12.5% であった。この場合、F₁（遺伝子型 AaBb）同士を交配すると、F₂（雑種第 2 代）の表現型の分離比はどのようなになるか。ただし、遺伝子型 AABB, AaBb などを持つ個体の表現型は[AB]、AAbb, Aabb などは [Ab] として、[AB]: [Ab]: [aB]: [ab] の形で記せ。

問(2) あるナス科の植物の花粉を形成する親において、自家不和合性にかかわる遺伝子型を S₁S₂ とし、胚珠を形成する親の遺伝子型を S₂S₃ とする。この花粉を形成する親と胚珠を形成する親を交配した。

（i）F₁ の胚の遺伝子型の比を記せ。

（ii）F₁ の胚乳の遺伝子型の比を記せ。

ただし、このナス科の植物では花粉の遺伝子と胚珠の遺伝子に同じものが含まれる場合は受精しない。

問(3) 下線部 (b) の場合の自家不和合性を示す原因としては花柱（雌しべの柱頭と子房の間）が分泌する RNA を分解する酵素を花粉管側が不活性化できないからと考えられている。なぜ花粉管の成長が止まってしまうのか、2 行以内で記せ。

問(4) 被子植物の卵細胞形成の過程を下記の語句をすべて用いて、6 行以内で記せ。

【語群】 胚珠，胚のう細胞，胚のう，胚のう母細胞，卵細胞，
反足細胞，中央細胞，減数分裂，極核，助細胞，核分裂

問(5) 減数分裂と体細胞分裂の過程で異なる点を 2 つ記せ。

問(6) あるイネ科の植物では胚乳を培養することによって植物体が再び分化することが報告されている。これは胚乳も胚と同様に植物体になる能力を保持していることを示している。この性質を利用して開発できると考えられているものは何か、1 行で記せ。

問(7) シロイヌナズナの遺伝子 F は胚乳において母親（中央細胞）から遺伝したときのみ発現する。一方，父親（精細胞）から遺伝した対立遺伝子是不活性な状態に保たれている。遺伝子 F は DNA のプロモーター領域がメチル化（DNA の塩基にメチル基 $[-CH_3]$ が付加されること）されることによって発現が抑制される。しかし，雌性配偶体の中央細胞では，この領域がある酵素によって脱メチル化（メチル基が離れること）されるので遺伝子 F は活性化される。そのため，受精後の胚乳においては，母親に由来する遺伝子が選択的に発現する。一方，雄性配偶子では別の酵素が働き，メチル化が維持され遺伝子発現の抑制状態が維持される。メチル化が維持されると遺伝子発現が抑制されるのはなぜか，そのしくみを 2 行以内で記せ。

問(8) 一つの花が生産する花粉数 P を，一つの花当たりの胚珠数 O で割った値を $P:O$ 比と呼ぶ。一般的にこの値は自家受精をする種と他家受精をする種との間では異なることが知られている。一般的にどちらの種の $P:O$ 比が高くなるのか，理由とともに 2 行以内で記せ。

3 次の文章を読み、以下の問（１）～（７）に答えよ。

水は生命にとって不可欠な物質であり、水なしに生物は生きていけない。水は分子量が小さいため、環境内に豊富に水が存在する場合には、細胞内と細胞外の溶質の濃度差を利用して、低張液から高張液へと水分子を移動させることができる。これを浸透という。しかし、(a)細胞膜は疎水性の障壁を持つリン脂質二重層なので、浸透だけに頼った細胞膜の水の移動はわずかしかなじない。それにもかかわらず、動物の赤血球、(b)腎臓の細胞などは細胞膜を横切って多量の水を高速に通すことができる。多くの科学者は、このような細胞の細胞膜には(c)多量の水を高速に透過するタンパク質があると考えた。そこである科学者は、赤血球の細胞膜に多量に存在するタンパク質 H が、このタンパク質であると考え、下記の実験 I を行った。

- ① ヒトのタンパク質 H の遺伝情報を持つ mRNA を含む水溶液を、アフリカツメガエルの卵母細胞 A に注入した。
- ② 卵母細胞 B には mRNA を含まない水溶液を、①と同じ量を注入した。
- ③ 卵母細胞 C には別のタンパク質の遺伝情報を持つ mRNA を含む水溶液を、①と同じ量を注入した。
- ④ ①～③の操作をした卵母細胞を、室温で等張液（アフリカツメガエルの体液の浸透圧にほぼ等しい溶液）の中に 72 時間入れた。
- ⑤ その後、卵母細胞を入れた溶液を、約 3 倍量の蒸留水で薄めた。

実験 I の結果

卵母細胞 A は大量の水が入り、数分後に破裂した。

卵母細胞 B は水が入って多少膨張したが、破裂しなかった。

卵母細胞 C はほとんど膨張しなかった。

その後、下記の実験Ⅱを行った。

アフリカツメガエルの卵母細胞に、タンパク質を介在する水透過を阻害する塩化水銀（Ⅱ）（ HgCl_2 ）や、塩化水銀（Ⅱ）による水透過の阻害を解除する化学物質 M を与えて、水分子が透過する速度を調べた。

表 1 実験Ⅱの結果

タンパク質 H の mRNA の卵母細胞への注入	塩化水銀（Ⅱ）	化学物質 M	水分子の透過する速度
なし	なし	なし	（ア）
なし	あり	なし	（イ）
なし	あり	あり	（ウ）
あり	なし	なし	（エ）
あり	あり	なし	（オ）
あり	あり	あり	（カ）

問 (1) 下線部 (a) の細胞膜の断面図を親水性の部分と疎水性の部分がどのように分布しているかわかるように模式的に書け。

問 (2) ヒトの体液の塩分濃度が上昇した際、下線部 (b) のヒトの腎臓において、水の再吸収を促進するホルモンが働くまでの過程を 3 行以内で記せ。

問 (3) (i) 下線部 (c) のタンパク質の名称を記せ。

(ii) 細胞膜で主にイオンを受動輸送しているタンパク質の名称を記せ。

問 (4) 小腸の上皮細胞では、腸管側のグルコース濃度が小腸上皮細胞内よりも低いにもかかわらず、グルコースを小腸上皮細胞に取り込んでいる。どのようなしくみで取り込んでいるのか、3 行以内で記せ。

問(5) 実験Iでタンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。実験IIでは実験Iの結果を支持するデータが得られた。表 1 の (ア) ～ (カ) の中で水分子の透過する速度が速いものを 2 つ選べ。

問(6) 実験Iと実験IIで、タンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。しかし、アフリカツメガエルの卵母細胞には既に水を高速で透過するタンパク質が存在し、タンパク質 H はそのタンパク質を活性化したにすぎないのではないかという批判が出た。それに対して、ある実験を行い、タンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることを明らかにした。どのような実験をしたと考えられるか、下記の語句をすべて用いて、3 行以内で記せ。

【語群】減少，体積，脂質分子，等張液，スクロース，小胞，
タンパク質 H，ヒトの赤血球，人工の膜

問(7) 細胞膜のタンパク質にはホルモンの受容体として働くものがある。副腎髄質から分泌されるアドレナリンが標的細胞である肝臓の細胞膜上にある受容体に結合してから血糖濃度を上昇させるまでの過程を、下記の語句をすべて用いて、6 行以内で記せ。

【語群】受容体，酵素，グリコーゲン，グルコース，情報伝達物質，
立体構造，ATP，cAMP

令和7年度（2025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6年11月2日

志望学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	16:00～18:00 (120分)	17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17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 以下の英文は 2021 年 6 月 24 日付けの New York Times 誌に掲載された社説です。この英文を読んで質問に答えなさい。

A manager sits behind a table and decides he's going to fire a woman because he doesn't like her skin. If he fires her because her skin is brown, we call that racism and there is legal recourse. If he fires her because her skin is female, we call that sexism and there is legal recourse. If he fires her because her skin is pockmarked and he finds her unattractive, well, we don't talk about that much and, in most places in America, there is no legal recourse.

legal recourse : 法的手段
pockmarked : あばたのある

This is puzzling. We live in a society that abhors discrimination on the basis of many traits. And yet ①one of the major forms of discrimination is lookism, prejudice against the unattractive. And this gets almost no attention and sparks little outrage. ②Why?

abhor : 嫌う
lookism : ルッキズム,
外見至上主義

Lookism starts, like every form of bigotry, with prejudice and stereotypes.

bigotry : 偏見

Studies show that most people consider an "attractive" face to have clean, symmetrical features. We find it easier to recognize and categorize these prototypical faces than we do irregular and "unattractive" ones. So we find it easier — from a brain processing perspective — to look at attractive people.

③Attractive people thus start off with a slight physical advantage. But then people project all sorts of widely unrelated stereotypes onto them. In survey after survey, beautiful people are described as trustworthy, competent, friendly, likable and intelligent, while ugly people get the opposite labels. This is a version of the halo effect.

the halo effect : 心理学用語で、ある対象を評価する時に、それが持つ顕著な特徴に引きずられて他の特徴についての評価が歪められる現象のこと

Not all the time, but often, the attractive get the first-class treatment. Research suggests they are more likely to be offered job interviews, more likely to be hired when interviewed and more likely to be promoted than less attractive individuals. They are more likely to receive loans and more likely to receive lower interest rates on those loans.

The discriminatory effects of lookism are pervasive. Attractive economists are more likely to study at high-ranked graduate programs and their papers are cited more often than papers from their less attractive peers. One study found that when unattractive criminals committed a moderate misdemeanor, their fines were about four times as large as those of attractive criminals.

pervasive : 広範囲に及ぶ

misdemeanor : 軽犯罪
fines : 罰金

Daniel Hamermesh, a leading scholar in this field, observed that an American worker who is among the bottom one-seventh in looks earns about 10 to 15 percent less a year than one in the top third. An unattractive person misses out on nearly a quarter-million

dollars in earnings over a lifetime.

The overall effect of these biases is vast. One 2004 study found that more people report being discriminated against because of their looks than because of their ethnicity.

In a study published in the current issue of the American Journal of Sociology, Ellis P. Monk Jr., Michael H. Esposito and Hedwig Lee report that the earnings gap between people perceived as attractive and unattractive rivals or exceeds the earnings gap between white and Black adults. They find the attractiveness curve is especially punishing for Black women. Those who meet the socially dominant criteria for beauty see an earnings boost; those don't earn, on average, 63 cents for every dollar earned by those who do.

rival : 匹敵する

Why are we so blasé about this kind of discrimination? Maybe people think lookism is baked into human nature and there's not much they can do about it. Maybe it's because there's no National Association of Ugly People lobbying for change. The economist Tyler Cowen notices that it's often the educated coastal class that most strictly enforces norms about thinness and dress. Maybe we don't like policing the bigotry we're most guilty of?

blasé : 冷淡

bigotry : 頑固な偏見

My general answer is that it's very hard to buck ④the core values of your culture, even when you know it's the right thing to do.

buck : 跳ね落とす

Over the past few decades, social media, the meritocracy and celebrity culture have fused to form a modern culture that is almost pagan in its values. That is, it places tremendous emphasis on competitive display, personal achievement and the idea that physical beauty is an external sign of moral beauty and overall worth.

meritocracy : エリート

pagan : キリスト教以外の宗教を信じる人, 異教徒

Pagan culture holds up a certain ideal hero — those who are genetically endowed in the realms of athleticism, intelligence and beauty. This culture looks at obesity as a moral weakness and a sign that you're in a lower social class.

Our pagan culture places great emphasis on the sports arena, the university and the social media screen, where beauty, strength and I.Q. can be most impressively displayed.

ethos : 思潮

This ethos underlies many athletic shoe and gym advertisements, which hold up heroes in whom physical endowments and moral goodness are one. It's the paganism of the C.E.O. who likes to be flanked by a team of hot staffers. ("I must be a winner because I'm surrounded by the beautiful.") It's the fashion magazine in which articles about social justice are interspersed with photo spreads of the impossibly beautiful. ("We believe in social equality, as long as you're gorgeous.") It's the lookist one-upmanship of TikTok.

paganism : 無宗教主義

flank : 両脇に並べる

intersperse : 点在させる

one-upmanship : 人を出し抜く術

Tik Tok : 短い動画に特

⑤ A society that celebrates beauty this obsessively is going to be a social context in which the less beautiful will be slighted. The only solution is to shift the norms and practices. One positive example comes, oddly, from an American lingerie brand, which replaced its fashion models with seven women of more diverse body types. When the American lingerie brand is on the cutting edge of the fight against lookism, the rest of us have some catching up to do.

化したソーシャルメディア
ア
obsessively : 執拗に

出典 : New York Times: June 25, 2021 (一部改変) (Reprinted from "Why Is It OK to Be Mean to the Ugly?" by David Brooks. From The New York Times. © 2021 The New York Times 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と同じ内容の問いの文章を本文中から 10 単語以内で抜き出しなさい。

問 3. 下線部③について, "a slight physical advantage" と "widely unrelated stereotypes" が指す内容を明らかにして, 日本語に訳しなさい。

問 4. 下線部④について, 著者は本文中で 3 つの価値観を示しています。この 3 つの価値観について日本語で記しなさい。

問 5. 下線部⑤の結果, アメリカ社会に生じている経済的な問題が本文中にいくつか例示されています。その例の一つを本文に即して 100 字以内の日本語で記しなさい。

2 以下の英文は 2024 年 3 月 21 日付けの Nature ニュースに掲載された「Google AI could soon use a person's cough to diagnose disease」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。

著作権の都合上、この部分をご覧いただけません。

著作権の都合上、この部分をご覧いただけません。

問 1. 下線部①の Google の HeAR システムはどのようなデータソースを使用して訓練されたか、以下から 1 つ選び、記号で答えなさい。

1. 医療画像
2. 臨床検査値
3. 遺伝子データ
4. 文書テキスト
5. 人間の音声クリップ

問 2. 下線部①の Google の HeAR システムの訓練に用いられた手法は何か、以下から 1 つ選び、記号で答えなさい。

1. 強化学習
2. 転移学習
3. 教師あり学習
4. 半教師あり学習
5. 自己教師あり学習

問 3. 下線部②の研究者たちは、現状において HeAR システムをどのように利用しているか、以下から 1 つ選び、記号で答えなさい。

1. 学生教育に利用する
2. 製品として販売する
3. 一般消費者に公開する
4. 研究者にモデルを提供する
5. 診断ツールとして承認をとる

問 4. 下線部③について、本文で指摘されている欠点は何か、以下から 1 つ選び、記号で答えなさい。

1. 学習速度の遅さ
2. 高い計算コスト
3. モデルの不安定性
4. データの多様性不足
5. 注釈付きデータセットの不足

問 5. 下線部④の health acoustics, or 'audiomics の分野において、音声が病気の診断、スクリーニングやモニタリングに活用できる可能性があるのはどういった理由からか、以下から誤ったものを1つ選び、記号で答えなさい。

1. 非侵襲性
2. 高い信頼性
3. AI や機械学習技術の発達
4. 使用できるデータ量の増加
5. 少ないリソースで実行できること

3 以下の英文を読んで、質問に答えなさい。

Professional sportsmen are recognized for the stress and strain that they put their bodies through and it is widely accepted that they will encounter physical injury at some point. There is a societal view that sport is about winning and competing, and the focus is predominantly about individual or team performance. Male athletes can be viewed as superhuman and the impact of their emotional wellbeing is frequently overlooked.

Mental health in elite sport is receiving more publicity due to an increase in male athletes sharing their personal experiences. The fields of sports psychology and sports psychiatry are rapidly developing areas aimed at understanding, diagnosing, treating and rehabilitating athletes. Sport psychology focuses upon the use of mental skills training within the sporting domain and sports psychiatry aims to optimize the health of athletes, improve athletic performance, as well as managing psychiatric symptoms or disorders of athletes.

A professional sports career can include in excess of 640 stressors that may induce common mental disorders. ①Even if mental ill health was evident prior to involvement in sport, it may become amplified when athletes are faced with the stressors that are associated with elite sports. Within elite sport, athletes face an extreme load of physical training and psychological stress. There is a need to consider competition-induced stress either prior, during or immediately after competition, and include factors of an athlete's sporting life including training, rehabilitation, team meetings and contract negotiations. Professional sportsmen are not immune from stress. They are vulnerable to profession specific stressors as well as life events similar to the general population. The stress players experience does not end when their playing career does, it follows them into retirement.

Anxiety in athletes can be both facilitative and debilitating. Elite athletes can view symptoms of anxiety as performance enhancing. In some sports competition, anxiety is considered as normal, although athletes who experience excessive levels of competition anxiety can experience negative consequences such as impaired performance. Competition anxiety can be linked to self-confidence and athlete's self-confidence levels can fluctuate closer to the event and depending upon the level of competition.

Another factor that can significantly impact upon an athlete's mental health is overtraining, or ②the overtraining syndrome (OTS). This is where the human body attempts to cope with physiological and other stressors including physical training, sleep loss, exposure to environmental stresses (e.g., exposure to heat, high humidity, cold, high altitude), occupational pressures, change of residence and interpersonal difficulties. OTS can be difficult to distinguish from depression as some of the symptoms such as fatigue, insomnia, appetite change, weight loss, lack of motivation and concentration difficulties overlap with each other. OTS can occur when an athlete undergoes a rigorous training schedule and has an insufficient recovery period caused through other sources of non-training stress.

The extreme of OTS is burnout, which has been reported in approximately 10% of elite

diagnosing : 診断すること

rehabilitation : リハビリテーション (復帰や回復) をおこなうこと

optimize : 最適化する

rehabilitation : リハビリテーション

vulnerable : 傷つきやすい

athletes. When an athlete is over trained, their motivation remains, although when athletes suffer from burnout, they typically experience chronic fatigue, poor sleep patterns, episodes of depression and helplessness. It is therefore not surprising that their performance is negatively affected.

It is clear from the literature that elite male athletes do experience a range of common mental disorders and stressors that are either created ③externally or internally. However, it appears that athletes prefer to discuss their issues or talk publicly after their elite career has ended. This is supported by the large number of sporting autobiographies released each year. A factor behind this ④ to discuss issues during their playing career could be related to the stigma around mental health. ⑤Several factors are highlighted as a barrier to help seeking in athletes. The prevalence of common mental disorders in elite sport is underreported because of stigma. There is a view that athletes who do seek help for psychological problems may be seen as weak by other athletes and coaches; however, it is important to highlight that it is okay for men to talk about problems and feelings—it should not be seen as a sign of weakness, rather it is a strength.

Stigma could be seen as a strategy to protect one's survival in the team, as well as to cast out individuals who threatened the team's success. Athletes are used to being in the spotlight and may have 'situational narcissism' which can make it difficult for them to seek or accept assistance. They also suggest that athletes may not easily discuss their emotions as they have been taught to work through pain.

There is starting to be a shift in help-seeking attitudes within elite sport. Rugby League in conjunction with National Health Service (NHS) professionals created State of Mind Sport (SOMS). For example, Cricket have put an emphasis upon player welfare as have Rugby League in particular. Male athletes cannot be mentally tough all of the time but if they are supported and encouraged to seek help and share their experiences, this will significantly improve their mental fitness and give them a greater sense of emotional wellbeing.

出典：A Sports Med Open. 2018. (一部改変)

問 1. 下線部①を和訳しなさい。

問 2. 下線部②について日本語 100 字以内で説明しなさい。

問 3. 下線部③について、以下のア～カは External なのか、Internal なのか、解答欄に記号で記入せよ。

ア exposure to environmental stresses

イ occupational pressures

ウ change of residence

エ interpersonal difficulties

オ anxiety

カ sleep loss

問 4. 下線部④に入るべき最も適切な単語を以下から 1 つ選び、記号で答えなさい。

ア damage

イ preference

ウ regardless

エ reluctance

オ unconsciousness

問 5. 下線部⑤について筆者はどのような例をあげているか、日本語 100 字程度で説明しなさい。

4 次の英文を読んで以下の質問に答えなさい。

Mark Carden has been running the Researcher to Reader conference on scholarly communication since 2016. When the pandemic hit, the conference went online, like many other large meetings. Now that the events industry is picking up again, organizers such as Carden are contemplating what lessons from the 2020 and 2021 lockdowns should carry over to their post-pandemic conferences. Hybrid conferences — a mixture of online and in-person — seem to be the new standard, but they can present steep challenges for organizers. Hybrid conferences are harder to set up and run, in Carden's experience, than those that are fully online or fully in-person. "Online is OK and in-person is OK, because you can curate the conference so that everyone has the same experience, but with hybrid it's difficult to create that equality and it's hard to have communication across the boundary," he says. "But I also think hybrid is essential for the future."

lockdown : コロナ感染症によるロックダウン

For one thing, hybrid conferences are accessible to many more people. "Over the last two years, data from conferences has shown a sharp increase in the diversity of attendees for online meetings," says Elizabeth Tasker, an astrophysicist at the Japan Aerospace Exploration Agency in Chōfu. Tasker helped to organize IR2022, a conference on the future of ground-based infrared observatories, which was entirely online. "Removing the need to travel ①plummets the cost of attendance, makes the meeting far more accessible for those with disabilities or illness, and typically makes it easier to balance caring or other local commitments," she says. Closed-caption technology, which displays a text version of the spoken part of a presentation, helps to make talks and question-and-answer sessions more accessible to participants with hearing loss. Virtual meetings also have lower carbon footprints because they reduce attendees' air travel. It's important to consider time differences, remembering that the online audience could be dotted across the globe. Tasker recommends scheduling some sessions at the beginning of the day and some towards the end of the day, to include attendees both east and west of the host country. Doing so also allows the in-person audience a chance to get out and explore the host city, she says. Carden, although reluctant to take on the extra work, is keenly aware of all these benefits. "The idea of saying 'let's go back to normal' seems retrograde and unfair, so now I'm stuck with doing hybrid because it's the right thing to do, but it costs twice as much. We actually lost money in the 2022 conference," he says. Balancing the budget for a hybrid conference — while ensuring that neither online nor in-person participants feel short-changed — can feel overwhelming. But there are a few things that organizers can do to make their lives easier and increase their chances of success.

attendee : 出席者
astrophysicist : 天体物理学者
infrared : 赤外線

The term hybrid conference can mean different things. People frequently think it amounts to nothing more than putting recordings of in-person talks online. But that's an outdated approach, says Vanessa Moss, an astronomer at the Commonwealth Scientific and

Industrial Research Organization, Australia's national science agency, based in Canberra. Moss leads a collaboration called the Future of Meetings, which has been publishing resources on improved virtual interaction in online and hybrid meetings. "The fly-on-the-wall idea is too often people's impression of hybrid, but a good hybrid conference gives both audiences equal agency to ask questions and follow the content and interact with each other," she says. "You have to put digital first. That means when you're designing hybrid conferences you don't think of it as an in-person event with some online attached to it." Regardless of how you define hybrid for your conference, it's important that you do so before you start planning, and that you communicate your definition clearly before attendees purchase tickets. That will help you to manage expectations; it will also reduce the chances of disappointment.

With all this in mind, ticket fees deserve serious consideration. If access to content and participation is genuinely equal for in-person and online attendees, it might be appropriate to charge the same amount for both types of ticket, says Carden. Some will disagree, however, and will expect online tickets to be cheaper or even free. "My position is that we're offering the same value and it's costing the same or even a bit more to do hybrid, so the price should be the same," he says. "But quite a lot of attendees said their conference budgets had been cut recently, and their bosses said it's not worth the cost for an online ticket." Finding a way to assuage these concerns, perhaps with a thorough explanation of all that's on offer for online attendees, could prove helpful. By contrast, if the online and in-person experiences differ — as with the event that Glass helped to organize — then online tickets should probably be cheaper. "We charged differently for online versus in person," she says. "It was US\$575 for in-person and \$375 for online." It's a delicate balancing act, because charging less for online tickets can have a knock-on effect for in-person participation. That's the view of Lauren Sheppard, project manager of life sciences at Terrapinn — an events company. "You'll find that you need to increase your registrations sixfold for a hybrid conference, to get the same critical mass of people showing up in person." It's important, therefore, to think carefully about your pricing strategy.

Glass: イベント企画者
(人名)

Terrapinn: イベント企画会社 (社名)

Both Glass and Carden say hybrid solutions can rack up quite a cost. This is particularly the case when events are hosted in large conference centres, which often restrict what equipment is allowed on site and who can operate it. These centres might even insist that contracts be given to a select number of approved suppliers, which decreases competition for a lower price. "I initially thought it would be cheap," says Glass. "But you're quite limited in terms of what you can rent from whom."

There are ways to keep costs down; as Glass suggests, the venue is an important consideration here. "If you're doing it on a university or a non-profit's campus, then that's

a totally different thing. Campus resources mean it can be done on a shoestring," she says. "But you need to go into this with realistic expectations. Hybrid isn't easy with large conferences in corporate event spaces, and I don't think scientists know how much AV services can cost." Groups such as the Future of Meetings are also on hand to offer guidance on how to reduce the cost of going hybrid. This includes online resources and reports, but the organization also offers tailored advice to those who ask for it; on occasion, it has even helped with the technical and practical side of things.

出典 : Nature 2022 (一部改変) (Used with permission of Springer Nature, from Nature, "The right mix: making a hybrid conference work for all", by Benjamin Plackett, Vol.607, 2022; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.)

問 1. 下線部①に最も近い意味の単語を以下から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア immerse
- イ plunge
- ウ dispose
- エ slant
- オ boost

問 2. 下線部②はどのような行動を表していると考えられるか、以下から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (A) To observe secretly without being noticed
- (B) To say what you want to say clearly
- (C) Not to use care about your clothes if you're not being watched
- (D) To fly to the conference site

問 3. 本文で述べられている Online 会議の利点のうち 3 点を日本語であげなさい。

問 4. 本文で述べられている Online 会議を行う際に考慮すべき点、もしくは課題のうち 3 点を日本語であげなさい。

問 5. 本文のタイトルとして最も適しているものを以下から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) Organizing events that can be attended in-person or online is controversial
- (イ) Organizing a hybrid conference takes extra time and can be a burden
- (ウ) The right mix: making a hybrid conference work for all
- (エ) Considering dominating act in making a hybrid conference
- (オ) Sharp increase in the diversity of attendees for online meetings

——このページは白紙——

令和 7 年度（2025 年度）東北大学

AO 入試（総合選抜型）III 期

筆記試験問題

令和 7 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)	22 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 22 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 以下の英文は 2024 年 6 月に Nature の NEWS AND VIEW に掲載された「AI produces gibberish when trained on too much AI-generated data」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。

Generative AI models are now widely accessible, enabling everyone to create their own machine-made something. But these models can collapse if their training data sets contain too much AI-generated content.

As generative artificial intelligence (AI) models — from Open AI’s ChatGPT to Meta’s Llama and beyond — become more available, the amount of AI-generated content on the Internet is swelling. AI-generated blogs, images and other content are now commonplace. And although the effects of an AI-generated Internet on humans remain to be seen, in a paper in Nature, Shumailov et al. report that the proliferation of AI-generated content online could be devastating to the models themselves.

Llama : Meta AI が発表したモデルの名称

et al. : ～およびその他

Conventional generative AI models learn to create realistic content by extracting statistical patterns from large swathes of Internet data — terabytes of articles, chat forums, blog posts and images. But what happens to the models if those chat forums and blog posts are AI-generated, as is increasingly the case? Shumailov et al. showed that large language models (LLMs) ‘collapse’ when trained on their own generated content: after several cycles of outputting content and then being trained on it, the models produce nonsense.

swathe : 包む, 巻く

This model collapse occurs because ① training models on their own generated content causes them to ‘forget’ the less-common elements of their original training data set (Fig. 1). Imagine a generative-AI model tasked with generating images of dogs. The AI model will gravitate towards recreating the breeds of dog most common in its training data, so might over-represent the golden retriever compared with the petit basset griffon vendéen, given the relative prevalence of the two breeds. If subsequent models are trained on an AI-generated data set that over-represents golden retrievers, the problem is compounded. With enough cycles of over-represented golden retrievers, the model will forget that obscure dog breeds such as petit basset griffon vendéens exist and generate pictures of just golden retrievers. Eventually, the model will collapse, rendering it unable to generate meaningful content.

Although a world overpopulated with golden retrievers doesn’t sound too bad, consider how this problem generalizes to the text-generation models examined by Shumailov and colleagues. When AI-generated content is included in data sets that are used to train models, these models learn to generate well-known concepts, phrases and tones more readily than they do less-common ideas and ways of writing. This is the problem at the heart of model collapse.

Among other things, model collapse poses challenges for fairness in generative AI. Collapsed models overlook less-common elements from their training data, and so fail to reflect the complexity and nuance of the world. This presents a risk that minority groups or viewpoints will be less represented, or potentially erased. As the authors recognize,

concepts or phrases that seldom feature in LLM training data are often the ones that are most relevant to marginalized groups. Ensuring that LLMs can model them is essential to obtaining fair predictions — which will become more important as generative AI models become more prevalent in everyday life.

So how can this problem be mitigated? Shumailov et al. discuss the possibility of using watermarks — invisible but easily detectable signals that are embedded in generated content — to enable easy identification and removal of AI-generated content from training data sets. Many generative-AI watermarks have been proposed and are used by commercial model providers such as Meta, Google and OpenAI.

Unfortunately, ② watermarks are not a panacea. Researchers have found that watermarks can be easily removed from AI-generated images. Sharing watermark information also requires considerable coordination between AI companies, which might not be practical or commercially viable. Such coordination efforts suffer from a sort of prisoner's dilemma: if company A withholds information about its watermarks, its generated content could be used to train company B's model, resulting in B's failure and A's success. Other model providers could also simply choose not to watermark the output of their models.

watermark : ウォーター
マーク。(紙の) すかし
(模様)

panacea : 万能薬

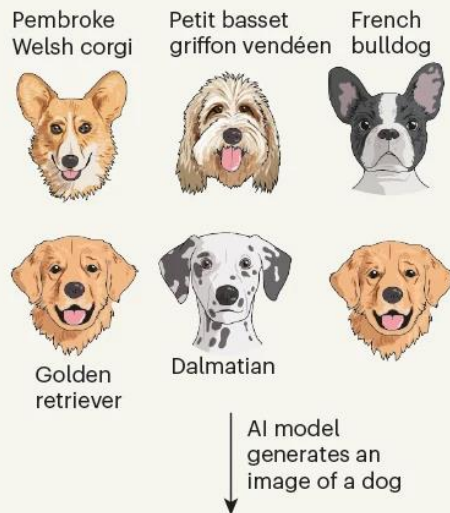
Although Shumailov et al. studied model collapse in text-generation models, future work should investigate this phenomenon in other generative models, including multimodal models (which can produce images, text and audio) such as GPT-4o. Furthermore, the authors did not consider what happens when models are trained on data generated by other models, rather, they focused on the results of a model trained on its own output. Given that the Internet is populated by data produced by many models, the multi-model scenario is more realistic — albeit more complicated. Whether a model collapses when trained on other models' output remains to be seen. If so, the next challenge will be to determine the mechanism through which the collapse occurs.

As Shumailov et al. note, one key implication of model collapse is that there is a ③ 'first-mover' advantage in building generative-AI models. The companies that sourced training data from the pre-AI Internet might have models that better represent the real world. It will be interesting to see how this plays out, as more companies race to make their mark in the generative-AI space — and, in doing so, populate the Internet with increasing amounts of AI-produced content.

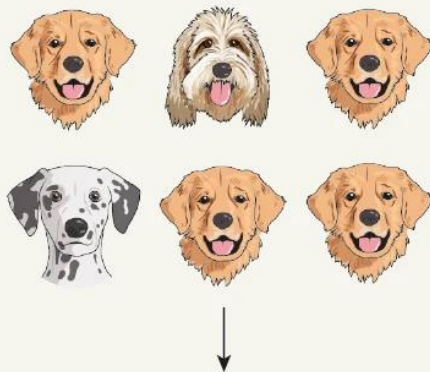
出典 : Nature NEWS AND VIEWS: By Emily Wenger, 2024. (一部改変)

(Used with permission of Springer Nature, from Nature, "AI produces gibberish when trained on too much AI-generated data", by Emily Wenger, Vol.631, 2024; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.)

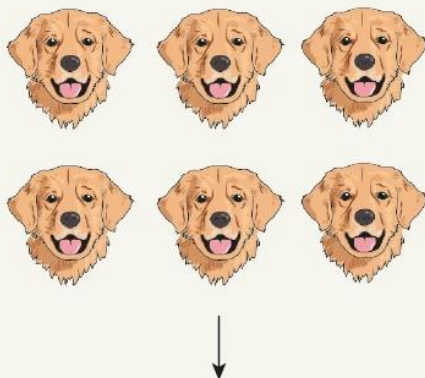
a Breeds in real images



b Breeds in images generated by AI trained on real images



c Breeds in images generated by AI trained on AI-generated images



d Model collapse



Figure 1: Training an artificial intelligence (AI) model on its own output.

a, An AI model will generate an image of a dog by learning from sets of real images, in which common dog breeds, such as golden retrievers, are over-represented, and rarer breeds, such as French bulldogs, Dalmatians, Pembroke Welsh corgis and petit basset griffon vendéens, are under-represented. **b**, The output of the model will therefore be more likely to resemble a golden retriever than a rarer breed. **c**, If the model is then trained on its own generated output, it might forget the more obscure dog breeds. Shumailov et al. found that this is a general principle in the large-language-model setting; after several cycles of training the models on their own generated data, AI models eventually generate nonsensical outputs (**d**).

問 1. 下線部①について、AI が生成したコンテンツでトレーニングすると、トレーニングデータセットの中の希少要素の表現はどのようなになるか？ 以下から 1 つ選び、記号で答えなさい。

1. 希少要素に影響を与えない
2. 希少要素の表現がなくなる
3. 希少要素の表現が改善される
4. 希少要素の表現が過剰になる
5. 希少要素の表現が強調される

問 2. Figure 1 c のような状態になった後に”Model collapse”が生じるとされるが、Model collapse とは具体的にはどのような現象か。本文に即して 20 字程度で説明しなさい。

問 3. 下線部②に関連して、ウォーターマークを使用する際の問題点は何か？ 以下から 2 つ選べ。

1. ウォーターマークが高価である
2. ウォーターマークはすぐに劣化する
3. ウォーターマークは簡単に除去できる
4. ウォーターマークは法的に禁止されている
5. ウォーターマークがデータの質に影響する
6. ウォーターマーク情報の共有には AI 企業間の大規模な調整が必要である

問 4. 下線部③はどのようなことを意味しているか、60 字程度で説明しなさい。

問 5. 本文中で述べられているような生成系 AI の問題点に対してどのような対策が考えられると思うか、あなたの考えを 120 字以内で書きなさい。

② 現在、一般に行われている臓器移植医療はヒトから提供された臓器をヒト患者に移植する同種移植である。一方、近年は種が異なる生物間の移植（異種移植）の研究が活発に行われている。次の英文は臓器移植について書かれた英文である。これを読んで質問に答えなさい。

Chronic kidney disease affects 8–16% of the population worldwide and often goes underappreciated until it progresses to end stage kidney disease (ESKD). ESKD patients with refractory symptoms require lifelong kidney replacement, either dialysis or transplantation. Dialysis extends life but dialysis patients have worse outcomes, poorer quality of life, and increased costs as compared to transplantation.

Transplantation provides a potentially curative therapy but demand for donor organs far exceeds current levels of donation. One approach to alleviating this organ shortage is xenotransplantation of porcine kidneys. Porcine kidneys are similar in size, shape, and function to human kidneys, are ethically acceptable and have been used for decades in preclinical non-human-primate (NHP) models of kidney xenotransplantation.

This month, the first living person to receive a kidney from a pig died, just under two months after his transplant — ①sooner than his doctors had expected. But the timing is in keeping with that of the first people to receive pig hearts, both of whom died around two months after their transplants.

The relatively short survival time for all three recipients demonstrates that these pioneering cross-species transplants “have not had as great success as would have been predicted from the primate studies”, says Robert Montgomery, a transplant surgeon at New York University in New York City.

But the three procedures offered hope to desperately ill people who had run out of options. And researchers say that they have learnt valuable lessons from the first pig-organ transplants into humans, on topics ranging from the types of medication that recipients need to the amount of testing that pig organs must undergo. “This is not an insolvable problem,” Montgomery says. “I’m encouraged that we’re as far along as we are.”

Nature spoke to xenotransplant surgeons about what they’ve learnt so far, and how they see the field moving forwards. The use of organs from other species in humans, called xenotransplantation, has long been a dream of surgeons because of the chronic shortage of suitable human organs. Researchers have homed in on pigs as a donor species, in part because their organs’ size and anatomy resemble those of humans. Data from non-human primates that have received pig organs are promising: a study published in 2023 reported that five monkeys each survived for more than one year after receiving transplanted pig kidneys.

The first xenotransplant into a living person was in 2022, when 57-year-old David Bennett received a pig heart and survived for 60 days after the procedure. A second man, Lawrence Faucette, received a pig heart in 2023 and survived for 40 days. Muhammad Mohiuddin, a surgeon at the University of Maryland School of Medicine in Baltimore who was on the care team for both pig-heart transplants, cites ②several possible explanations

Chronic kidney disease :

慢性腎臓病

underappreciated : 正しく評価されない

dialysis : 透析療法

transplantation : 移植

xenotransplantation : 異種移植

porcine : 豚の

primates : 霊長類

desperately : 重症な

recipient : 移植を受ける患者

Nature : 医学雑誌

Nature の記者の意

for Bennett's death. In the weeks before he died, Bennett had an infection, so physicians gave him an immune-boosting therapy made up of pooled antibodies from thousands of donors. Scientists later found that some of the antibodies had reacted to the pig organ, meaning that the treatment could have exacerbated Bennett's condition. Since then, Mohiuddin has worked with local blood banks to develop ways to screen for reactive antibodies.

Another possible explanation for Bennett's limited survival is a latent infection of the transplanted heart with a pathogen called porcine cytomegalovirus, which might have been activated and then harmed the heart. The virus was found in the organ after Bennett's death but was missed by tests before the transplant, signalling that more sensitive tests must be used to screen organs, Mohiuddin says.

All the xenotransplants into living people have received '③compassionate use' approval from the US Food and Drug Administration (FDA), granted in rare cases in which a person's life is at risk and there are no other treatments available. People treated on such grounds tend to be much sicker than the average person on the transplant waiting list, making it difficult to work out whether an unfavourable outcome is the result of the procedure itself, Mohiuddin says. That's why some researchers have been pushing for the FDA to begin ④clinical trials of the procedure, which would allow for systematic evaluation of its performance.

It's possible, for example, that poor underlying health contributed to the death of Richard Slayman, the first living recipient of a pig kidney. Tatsuo Kawai, one of the surgeons who conducted the transplant at Massachusetts General Hospital in Boston, tells *Nature* that Slayman's kidney was functioning well the day before his death and that he died for reasons unrelated to his transplant. In the year before the procedure, Slayman had developed heart failure.

Researchers are also experimenting with what can be done before the transplant to best prevent organ rejection. One technique is genetically modifying the donor pigs, but the number of genetic edits necessary to stave off rejection is far from settled, Montgomery says.

There is still much more to be learnt, he says. In a forthcoming study and in one published today in *Nature Medicine*, Montgomery and his colleagues analysed tissue samples from two people who had been declared legally dead before receiving a pig heart and found that at the cellular level, rejection of xenotransplanted organs looks "very different" from that of organs transplanted from a human donor, Montgomery says. He adds that these findings could help researchers to anticipate rejection and develop tailored immunosuppressant regimens for future surgery.

出典 : Nat Commun (2023).(一部改変),(Firl D.J., Lassiter, G., Hirose, T. et al. Clinical and molecular correlation defines activity of physiological pathways in life sustaining kidney xenotransplantation. Nat Commun 14, 3022 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38465-x>)
Nature (2024) (一部改変) (Used with permission of Springer Nature, from Nature, "First pig kidney transplant in a person: what it means for the future", by Smriti Mallapaty et al, 2024; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.)

infection : 感染

immune-boosting

therapy : 免疫を賦活化する治療

exacerbate : 悪化させた

antibodies : 抗体

cytomegalovirus : サイトメガロウイルス

compassionate : 人道的な

US Food and Drug

Administration (FDA) : アメリカ食品医薬品局

organ rejection : (移植された) 臓器の拒絶

問 1. 下線部①のように考えられた理由は何か，本文に即して 30 字程度で説明しなさい。

問 2 下線部②の例としてあげられた以下の 1～5 のうち，ドナー動物の側の原因はどれか。1 つ選び，番号で答えなさい。

1. cytomegalovirus
2. desperately ill
3. immune-boosting therapy
4. more sensitive tests
5. pooled antibodies

問 3. 下線部③では，どのような患者が対象となるか，30 字以内で説明しなさい。

問 4. 下線部④の目的は何か，20 字程度で説明しなさい。

問 5. 異種移植の研究において，今後さらにどのようなことを行うことが必要か，本文中で述べられていることから 3 点あげなさい。(3 点，箇条書きで書きなさい)

問 6. 以下の図は，日本において end stage kidney disease (ESKD)のため透析をうけている 30 歳未満の患者数（図 1），30 歳以上の患者数（図 2），および，ESKD で腎移植を受けた患者の年代別の分布（図 3）を示している。図 1～図 3 を参考にして，日本の腎移植の課題を 100 字以内で記述しなさい。

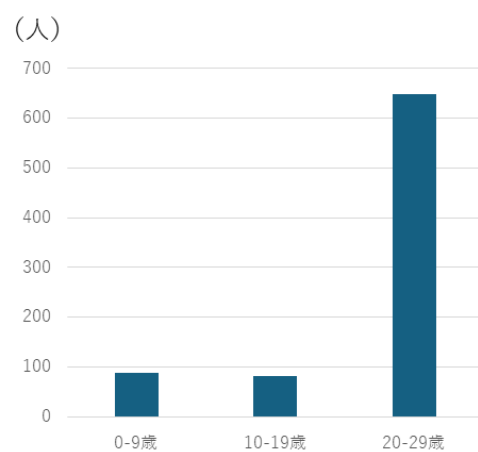


図1 年代別の慢性透析患者数（30歳未満）

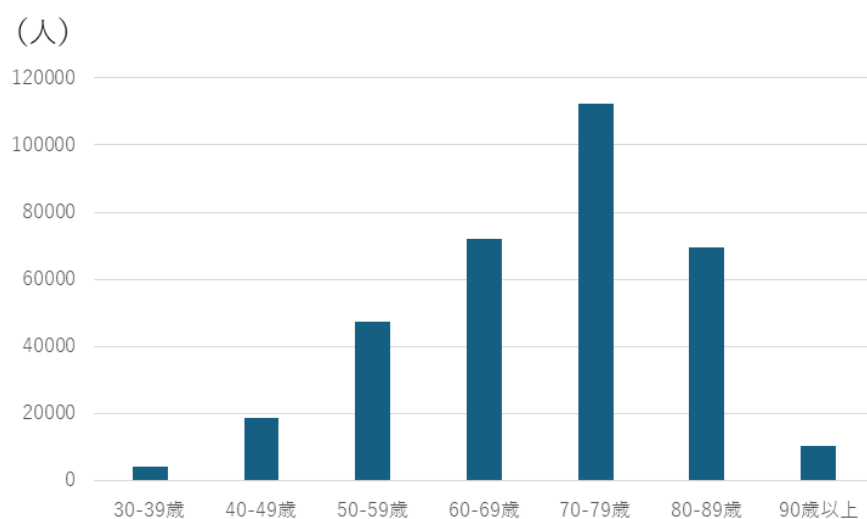


図2 年代別の慢性透析患者数（30歳以上）

(人)

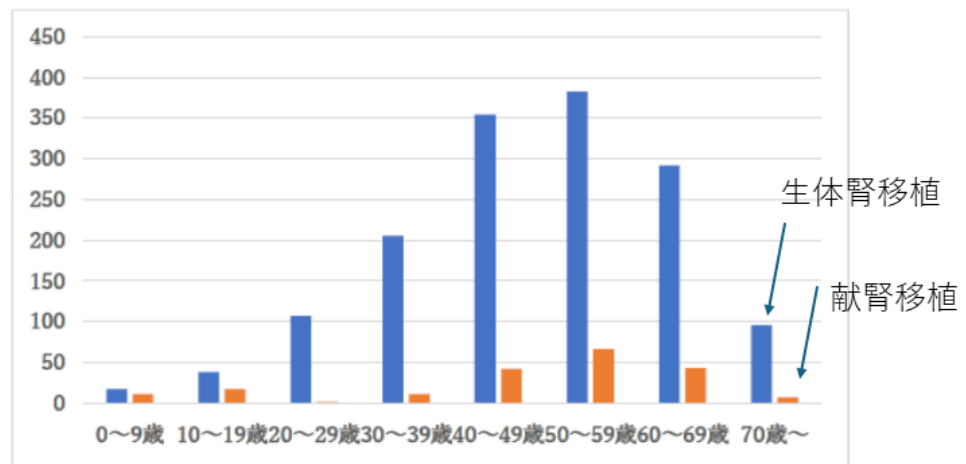


図3 年代別、生体、献腎別の腎移植実施患者数

■ 生体腎移植：6 親等以内の血族，配偶者，3 親等以内の姻族で自ら提供の意思があること，提供後も健康に過ごせる身体的，心理的状态であることが確認された方から提供を受けて，腎臓を移植する方法

■ 献腎移植（心停止下，脳死下）：腎提供の申し出があった場合，予め移植希望を登録していた患者の中から，レシピエント選択基準に基づいて移植を受ける患者を選んで移植する方法。

図の出典：日本透析医学会 統計調査委員会 我が国の慢性透析療法の現況 2022 年 12 月 31 日現在 公開データより作成，日本移植学会 移植ファクトブック 2023

3 以下の英文を読んで質問に答えなさい。

The world is facing a critical waste disaster resulting from the rapid increase of waste generation and the inability to cope with it in a sustainable manner endangering the environment, climate, and human health. Estimates show that future global municipal waste generation is expected to increase between 20% (sustainability pathway) and 68% (fossil-fueled pathway) by 2050 depending on the assumed socio-economic pathway. The composition of waste is becoming increasingly complex and if waste treatment were to stagnate at current levels the negative consequences could be exacerbated further. Currently, 64% of global municipal solid waste (MSW) generated is mismanaged, 29% of which is open burned, 18% ends up in dumpsites and the rest are scattered. Scattered waste is dynamic, meaning that depending on its physical characteristics and certain climate and geographical conditions, it can be mobilized, damaging terrestrial and aquatic ecosystems. Land-based waste has been identified as the main source of marine litter (of which 80% is plastic waste). Although initiatives to stop plastics from entering the oceans exist, without appropriate waste management systems it is impossible to stop leakage of waste into our ecosystems.

stagnate : 停滞する

terrestrial : 陸上の

Current debates on marine litter focus mainly on plastic waste (macro- and microplastics) due to its toxicity to aquatic life and negative effects on human health. Global efforts to combat plastic pollution include the amendments to the Basel Convention in 2019 with the aim to monitor transboundary movements of plastic waste and more recently the Resolution to End plastic pollution by the United Nations Environment Assembly in 2022. As of 2018, 127 countries have adopted some form of legislation to regulate plastic bags and single-use plastic items. Furthermore, scientific research on marine litter at a global and regional levels concentrates mainly on plastic rather than on the underlying problematic related to waste management. Global estimates suggest that in 2010, 275 Mt (million tons) of plastic waste was generated across 192 coastal countries, of which between 1.75% and 4.61% ended up in the ocean. In 2019, it was estimated that 1000 rivers are responsible for 80% of the annual global plastic emissions into the ocean with an average of 1.75 Mt per year. A more recent study shows that litter is a global and heterogenous problem that requires sub-national approaches when adopting solutions. The same study identifies that some of the most polluted sites are located in places with high-infrastructure but low-wealth such as the cities of Athens, Tunis and Lima. Regional studies include an analysis of rural plastic emissions into the Izvoru Muntelui lake (Eastern Carpathians) which suggests that rural municipalities might be responsible for 85.51% of plastic bottles collected between 2005 and 2010 and it concludes that plastic pollution is mainly local. A more recent study on the Carpathian region identifies that watercourse below 750 m.a.s.l (meters above sea level) are significantly affected by mismanaged plastic waste and most of the hotspots are located in Romania, Hungary, and the Ukraine. Another study revealed that 24.3% of waste

transboundary : 国境を越えた

Tunis : チュニジア共和国の首都

Lima : ペルーの首都

Izvoru Muntelui lake (Eastern Carpathians) : イズヴォル・ムンテルイ湖 (東カルパティア山脈)

generation in Jakarta and Bandung (Indonesia) ends up in waterways with highest plastic accumulation in the mainstream of the Ciliwung and Cikapundung rivers.

Ciliwung : チリウン川
(ジャカルタ)

Cikapundung : チカプ
ンドウン川(パンドン)

Moreover, a recent assessment demonstrates that United States generated the largest amount of plastic waste in 2016, of which between 0.14 and 0.41 Mt was illegally dumped and 0.15–0.99 Mt was exported as recycling material that ended up being inappropriate managed. Furthermore, initiatives to reduce plastic waste leakages include the work and economic impact analyses of plastic pollution carried out by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) in Fiji, Samoa, Vanuatu, Antigua and Barbuda, the Mediterranean islands, among others. It is important to note that the scope and methodologies to estimate plastic waste leakage differ. While some methodologies include macroplastics from production to use and fate or are based on population and spatial analysis, others assess micro—and macro plastic waste leakage over the entire life cycle of a product (corporate plastic footprint).

Antigua and Barbuda :
大西洋とカリブ海が交
わる地点にある国。ア
ンティグア島, バーブ
ーダ島, 小さい島々か
らなる独立連邦国

However, global studies that comprehensively analyze scenarios on how the improvement of waste management systems under future plausible pathways can reduce leakage of waste in terrestrial and aquatic environments are rather limited. To our knowledge, no global assessment exists that combines the Shared Socio-economic Pathways (SSPs), waste generation and management storylines and spatial analysis of urban and rural areas to project future waste leakage and analyze the mitigation potential of circular waste management systems to cut leakage of waste into aquatic environments (lakes, rivers and coastal areas).

Shared Socio-economic
Pathways : 共通社会経
済経路。人口や社会経
済開発, 環境などの諸
条件を示す要素からな
り, 緩和・適応政策を
分析する際の前提条件
として利用する

For this research, we combine our more recent method to globally assess the current and future MSW generation and composition in urban and rural areas with spatial analysis to identify potential global MSW leakage hotspots in aquatic environments and potential reduction strategies. We distinguish between rural and urban areas under five future socioeconomic pathways up to 2040. Each of the scenarios include a “Baseline” and a “Maximum Technically Feasible Reductions” scenario. The “Baseline” includes waste-related legislation adopted until 2018. Our detailed representation goes beyond the estimation of plastic waste into aquatic environments but rather attempts to quantify the MSW leakage as a whole (including eight different waste streams). The differentiation of urban and rural areas in our spatial analysis for MSW generation reflects the disparities of lifestyles, income, and resource consumption within a country/region. This allows us to analyze the MSW leakage problem from a holistic waste management systems perspective. The IIASA-GAINS model is used as a framework to carry out this assessment. The GAINS model has global coverage with a geographic representation of 180 countries/regions with multitemporal resolution at 5-year intervals. The MSW sector in the model further

disparities : 格差, 不均
衡

holistic : 全体論的な

differentiates between urban and rural areas within a country/region.

The results of this study can be further developed in combination with additional environmental, meteorological, and geographical variables, who included characteristics such as slope, precipitation, and river discharge to estimate the amounts of MSW potentially reaching the oceans as well as their estimated origin. The outcomes of this study can also serve as science-based evidence to support the development of the new treaty to move towards a legally binding instrument to end plastic pollution and to help establish a global standardized MSW reporting framework.

出典 : Nature Communications 2024

問 1. 現在, 不適切に処理されている世界の都市固形廃棄物 (MSW) の何%が散乱しているとされていますか。%で答えなさい。

問 2. 散乱しているプラスチック汚染と戦うための世界的な取り組みについて, 本文中で紹介されている事例のうち 2 つを, それぞれ 70 字以内で説明しなさい。

問 3. プラスチック排出により, 最も汚染された場所はどのような場所と特定されているか, その都市名とその特徴を述べなさい。

問 4. 下線部を和訳しなさい。

問 5. 次の図は, 湖沼, 沿岸, 河川地域のカテゴリー別に, 都市固形廃棄物 (MSW) の漏洩の可能性が高い上位 10 か所と, カテゴリー内の相対的な規模を示したもの, 図 2 は水域から 1km 以内の人口と都市固形廃棄物 (MSW) の漏出を示したものです。図 1, 図 2 を参照して, 以下の問い 1), 2) に答えなさい。

図 1

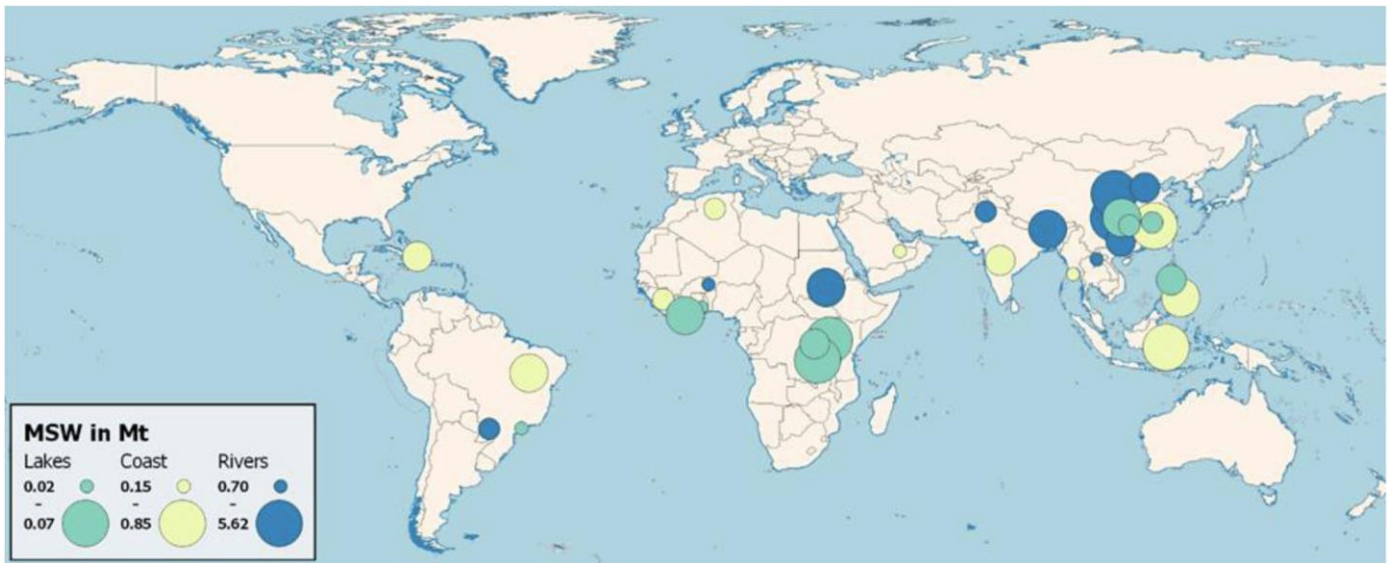
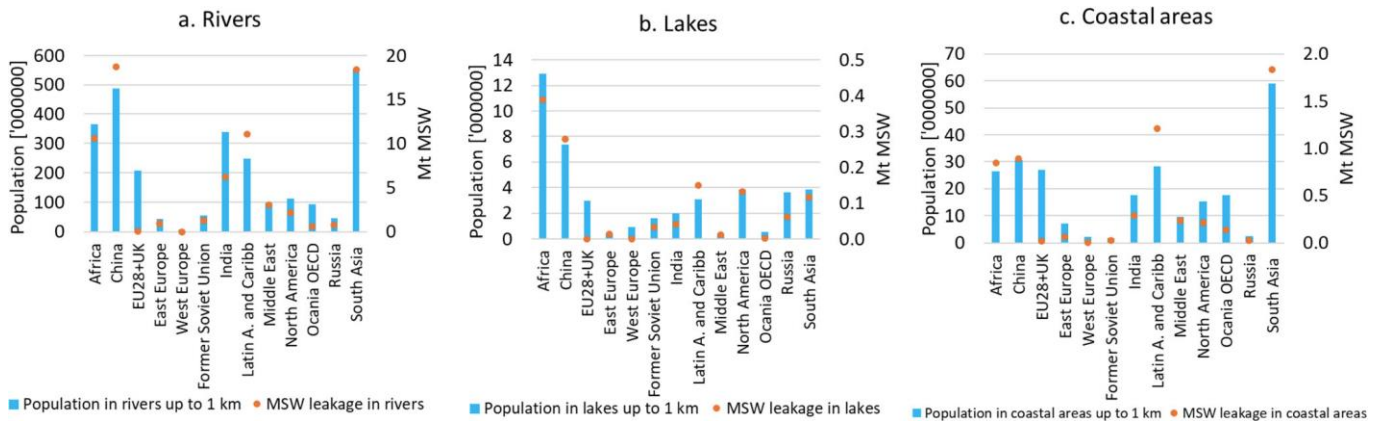


図 2



1) [A], [B], [C]に当てはまる国名もしくは地域名を答えなさい。

2) また (①) ~ (③) に入る適切な語 (句) を以下のあ〜うから選び、記号で答えなさい。

あ lakes い coastal area う rivers

[A], [B], [C], Latin America and the Caribbean, and India account for 80% of MSW at risk of reaching (①). This shows the urgency of increasing MSW collection and improving waste management systems in these regions. Our estimations suggest that at global level, 70% of the MSW reaching (①) is occurring in urban areas with low collection rates whereas the remaining 30% happens in rural areas.

Our results show that most of the scattered MSW in (②) hypothetically comes from [B] and Latin America and the Caribbean, contributing around 50% of the total. [B] is the region with the highest population residing withing 1km of (②) and therefore special attention to reduce leakage in (②) should be paid in those regions.

Our results suggest that [A] and [C] are responsible for 55% of the assessed total MSW entering (③). This is related to the fact that these two regions have the highest population residing in close vicinity (up to 1 km) to (③) among all regions and at the same time exhibit high quantities of scattered MSW.

問 6．筆者はこの研究の結果について将来どのように役に立つと述べているか。本文に即して 2 点，それぞれ 100 字以内で説明しなさい。

4 この文章は「Microplastic pollution indexes in the coastal and open ocean areas around Japan」と題する論文の一部です。この英文を読んで質問に答えなさい。

The pollution risk index (PRI) was calculated as a function of Risk Index (the chemical toxicity coefficient per polymer type) weighted by the sampling site's MPs (microplastics) concentration. Here, larger PRI means that 1) plastics with higher risk exist or 2) plastics with low risk exist abundantly; So, we could recognize both factors abundance and polymer risk scores.

According to estimated PRI_{area} (pollution risk index in the sampling area) values registered in the inner bay (I-TK) and outer (O-TK) Tokyo Bay (Fig 1), this area classifies as high to very highly polluted area, respectively (Fig 2). In the case of ECS (East China Sea) and KO (transition region between Kuroshio and Oyashio currents), the values indicate a considerable pollution, and in O-Tokai (offshore area of the Tokai region), the pollution level was low (Fig. 2). Therefore, the PRI_{area} values decreased as follows: O-TK > I-TK > ECS > KO > O-Tokai. This trend is caused by the wide varieties of polymer types and their relatively higher concentration in the coastal area compared with the offshore area of Japan, except for O-Tokai. This result highlights the importance of considering the effect of hydrographic conditions such as stokes drift, tidal currents, and fronts on the distribution of floating MPs and its relevance on the resulting pollution indexes. Therefore, pollution index scores should be evaluated at different temporal scales when possible.

The variety of polymer types and the large amount of MPs boost the pollution level, being the coastal area of Japan more polluted than the offshore areas. Previous studies applying the same index for the river in the south of Japan registered similar values, with the highest values near ① () and () areas. Another study in sediment samples of the Karnaphuli River estuary in Bangladesh found a low to high pollution level, with the highest pollution level near a sewage outlet. Considering that 95% of the total plastic waste emitted to the environment remains lost on land, it is reasonable that those places near to land pollution sources are more threatened by MPs, and present higher pollution indexes.

MPs in ECS and the transition area between Kuroshio and Oyashio traveled via currents like MPs in the western North Pacific Ocean transported by Kuroshio current. Since some investigators suggested that biofilms promote fish MPs uptake, in remote regions like ECS and the transition area uptake might be enhanced, increasing the risks to organisms that ingest such MPs. Whereas, since MPs weathering enhanced the additives' leakage into the ocean, toxicology due to additives might decrease while traveling. Considering that toxicity may increase in the natural environment due to the adsorption of POPs (adsorbed

coefficient : 係数

polymer : ポリマー

microplastic : マイクロ
プラスチック

abundantly : 多量に

Kuroshio : 黒潮

Oyashio : 親潮

current : 海流

hydrographic : 海象

stokes drift : 流体粒子が
平均的に波の進行方向
に輸送される現象

tidal currents : 潮流

sediment : 沈殿物

Karnaphuli River : カル
ナプリー川

sewage : 下水

biofilm : バイオフィル
ム (細菌が形成する粘
着性生体膜)

weathering : 風化

additive : 添加物

persistent organic pollutants) to MPs' surface, MPs could work as a sink and source of toxic chemicals. Furthermore, because additives accumulate in fish bodies differently from each other depending on chemical properties, types of additives were also important to assess the risk due to MPs. In this perspective, because polymer-type-based assessment does not consider adsorbed pollutants, additives, or biofilm presence, the pollution level indexes based on risk scores are expected to change the same in the natural environment. Therefore, polymer-type-based assessment is prone to underestimate the risk due to MPs and may present uncertainties because of ②MPs' behavior in the natural environment. Further discussions considering weathering, biofilms, and adsorption of chemicals to MPs should be considered in the future to better understand these pollutant behaviors and their impact on the environment. Being aware of the limitations of this study, applying a precautionary approach to avoid further MPs contamination is recommended to avoid a potential impact on marine organisms.

adsorption : 吸着性
adsorb : 吸着する
sink : たまり場

precautionary : 予防の

Numerous researchers have recognized the complex nature of microplastic risk assessment, which requires consideration of both chemical compositions and the physical effects of the particles. While it is undeniably important to evaluate exposure levels to MPs and establish threshold effects to assess risks to organisms, challenges arise when attempting to evaluate the environmental risks associated with various types of additives and polymer compositions mentioned above. To address ③this complexity, ④a simplified assessment approach has been proposed. For example, the pollution index assessment methods employed in this study were adapted from those initially developed for assessing risks associated with heavy metals in rivers. Focusing on larger microplastics (MPs), the technique offers the advantage of rapidly screening potential risks based on pollution levels.

undeniably : 紛れもなく
threshold effects : 閾値
(いきち) 効果。ある
値以上で効果が現れ、
それ以下では効果が現
れないこと。

Understanding the current and future scenario for plastic pollution is necessary to address this environmental issue and develop relevant policies. Previous studies predicted that the MPs' abundance for 2030 (2060) will be double (four times larger than) than in 2016 during the summer season. So, the pollution level indexes were recalculated according to these predictions, assuming that the polymer type composition remains constant during the prediction period. The estimated pollution levels for 2030 (and 2060) were double (four times larger) than those estimated in this study; the maximum value was 2710 (5420) for O-TK, and the minimum value was 76 (152) for O-Tokai (Fig. 3). Notably, values in ECS and KO exceed 600 (Fig. 3), indicating high and very high pollution levels for years 2030 and 2060, respectively. Furthermore, the pollution levels are expected to reach and exceed very high values in the I-TK, whereas in KO and ECS is not expected to happen until 2060 (Fig. 3). ⑤According to these results, (⑤).

Figure 1: Geographical positioning of the designated study sites

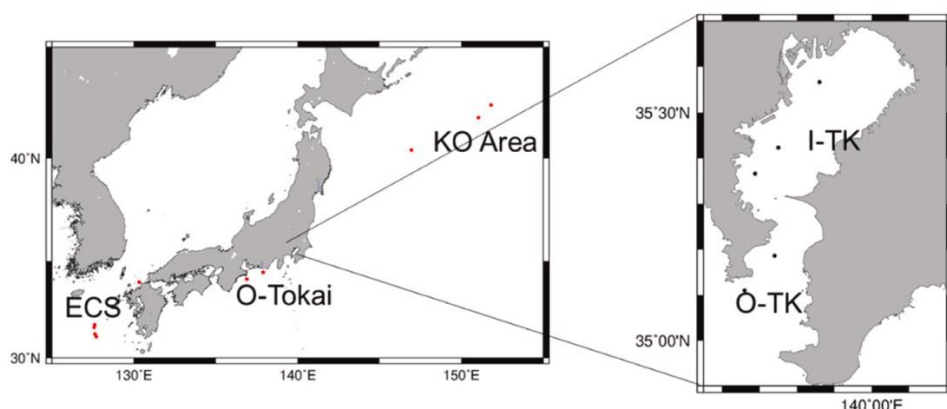


Figure 2: Estimated PRI_{area} at each study area

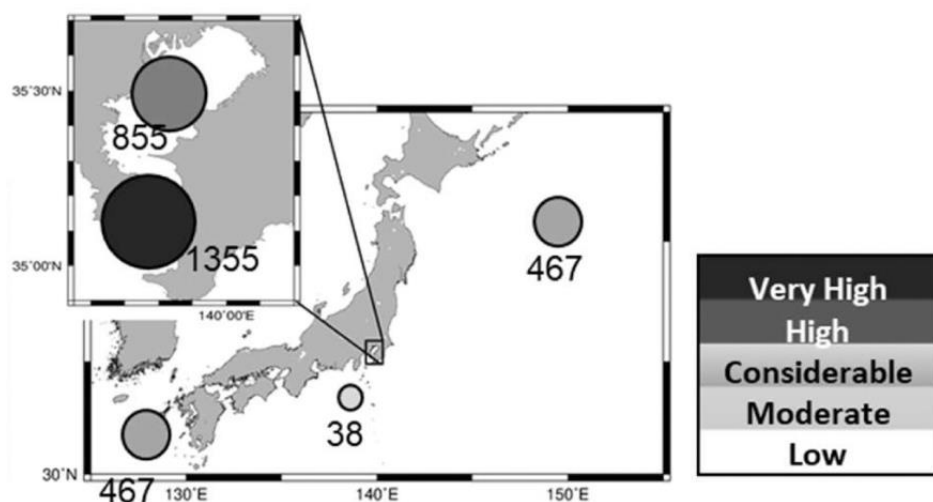
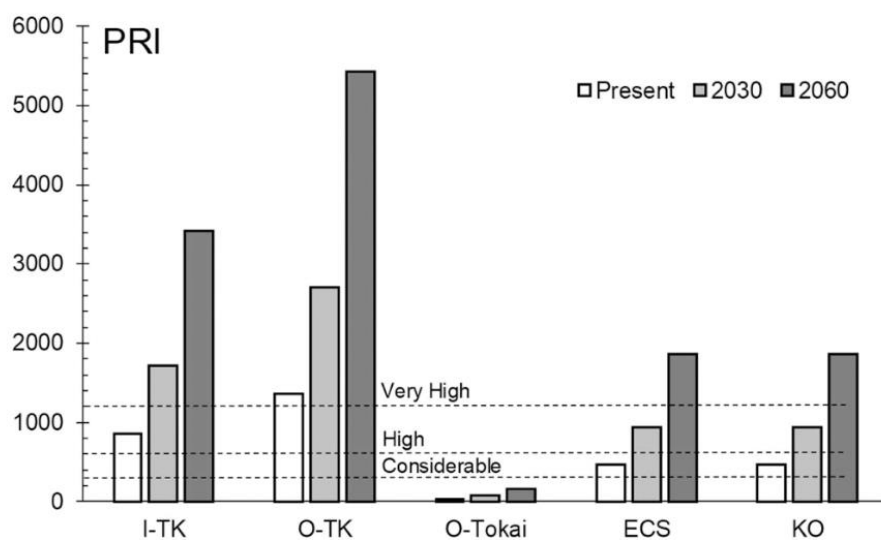


Figure 3: Pollution risk index (PRI_{area}) for each study area based on present and predicted (2030 and 2060) MPs concentrations values



出典：Regional Studies in Marine Science 2024年（一部改変）(Reprinted from Regional Studies in Marine Science, Vol. 69, by Haruka Nakano, María Belén Alfonso, Suppakan Jandang, Keiri Imai, Hisayuki Arakawa, "Microplastic pollution indexes in the coastal and open ocean areas around Japan", 2024, with permission from Elsevier.)

問 1. 下線部①の空欄に入る適切な語を下から 2 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) rural (イ) urban (ウ) residential (エ) forest

問 2. 下線部②は何を指すか、本文に即して 3 点述べなさい。

問 3. 下線部③, ④はそれぞれ何を指しているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

問 4. 本文の趣旨から判断して適切な英文（25 語以内）を空欄⑤に入れなさい。その際, "urgent measures" (measures : 措置), "avoid", "Japan's coastal and offshore areas"を必ず入れて下線を引くこと。

——このページは白紙——