

**令和7年度  
AO入試問題集  
(歯学部)**

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	試験時間	ページ数
歯学部	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——



1 以下の問いに答えよ。

(1) 曲線  $C: y = x^3 - 3x^2$  を考える。

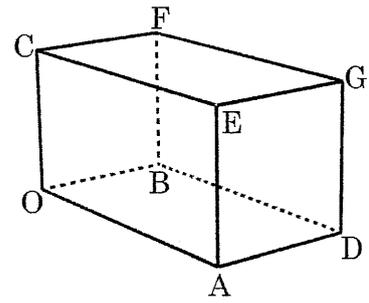
(ア)  $C$  上の点  $A(t, t^3 - 3t^2)$  における接線の方程式を  $t$  を用いて表せ。

(イ)  $a$  を実数とし、 $a \neq 1$  とする。点  $P(a, -3a + 1)$  から  $C$  に引いた接線の本数は、ちょうど 2 本であることを示せ。

(2)  $x$  についての不等式  $|2x - 1| \leq mx + m - 1$  が実数解をもつように、正の定数  $m$  の値の範囲を定めよ。

2

右図のように、 $OA = 2$ ,  $OB = OC = 1$  の直方体  $OADB-CEGF$  がある。線分  $EF$  の中点を  $M$ , 線分  $OM$  と線分  $CD$  の交点を  $P$ , 頂点  $C$  から平面  $OFM$  に下ろした垂線と  $OFM$  との交点を  $H$  とする。 $\vec{OA} = \vec{a}$ ,  $\vec{OB} = \vec{b}$ ,  $\vec{OC} = \vec{c}$  とおく。以下の問いに答えよ。



- (1)  $\vec{OP}$  を  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$  を用いて表せ。また、 $OP : PM$  を求めよ。
- (2)  $\vec{OH}$  を  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$  を用いて表せ。また、点  $H$  は平面  $OFM$  上のどのような位置にあるか。
- (3) 三角形  $OFM$  の面積  $S$  を求めよ。
- (4) 三角錐  $OCFP$  の体積  $V$  を求めよ。

3 以下の問いに答えよ。

- (1) 円  $x^2 + y^2 = 4$  と曲線  $y = \frac{1}{x}$  の共有点の座標を求めよ。  
(2) 次の連立不等式の表す領域  $D$  を座標平面上に図示せよ。

$$\begin{cases} xy \geq 1 \\ x^2 + y^2 \leq 4 \end{cases}$$

- (3) (2) で求めた領域  $D$  の面積  $S$  を求めよ。





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 封筒

令和6年11月2日

志願学部	試験時間	問題冊子数
歯学部	13:00～15:00 (120分)	3冊

## 注意事項

1. 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。
2. 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。
3. 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：

<input checked="" type="radio"/> 選択する
<input type="radio"/> 選択しない

選択しない場合：

<input type="radio"/> 選択する
<input checked="" type="radio"/> 選択しない

4. 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。
5. 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。
6. 「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。
7. 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。
8. 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	試験時間	ページ数
歯学部	13:00~15:00 (120分)	12ページ

B2456

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  $L$  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。

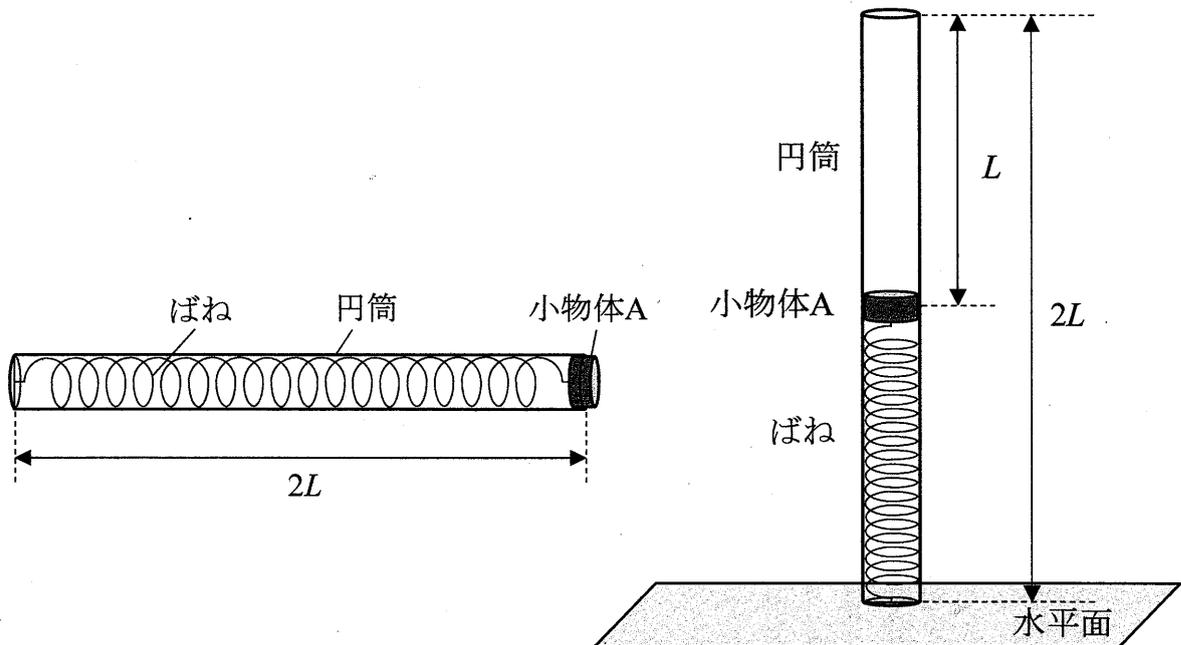


図1

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  $\Delta t$  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  $M$ ,  $V$ ,  $\Delta t$  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  $\bar{f}$  を、 $M$ ,  $V$ ,  $\Delta t$  を用いて表せ。
- 衝突直後の小物体Aの速さ  $v'$  を、 $M$ ,  $m$ ,  $V$  を用いて表せ。

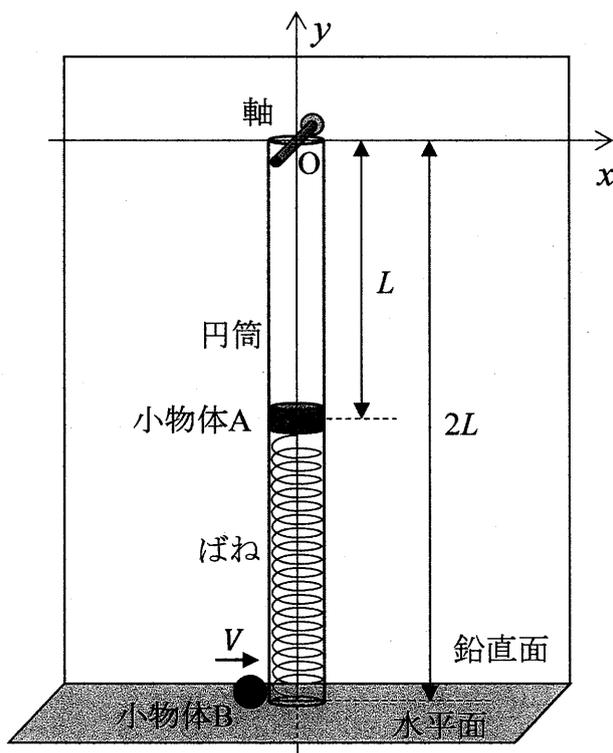


図3

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。

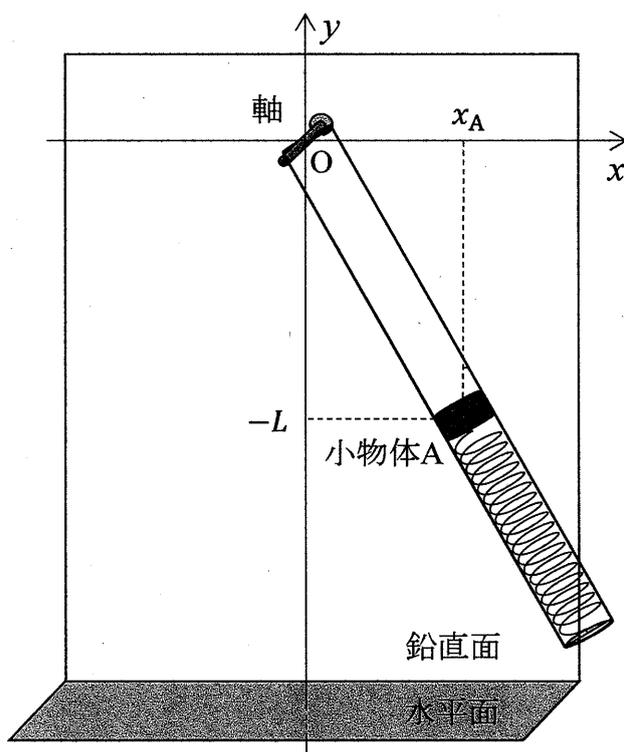


図4

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  $\lambda_1$  の平面波が、領域Ⅰから入射角  $\theta_1$  で境界面に入射し、屈折角  $\theta_2$  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  $\lambda_2$  を、 $\lambda_1$ 、 $n$  を用いて表せ。

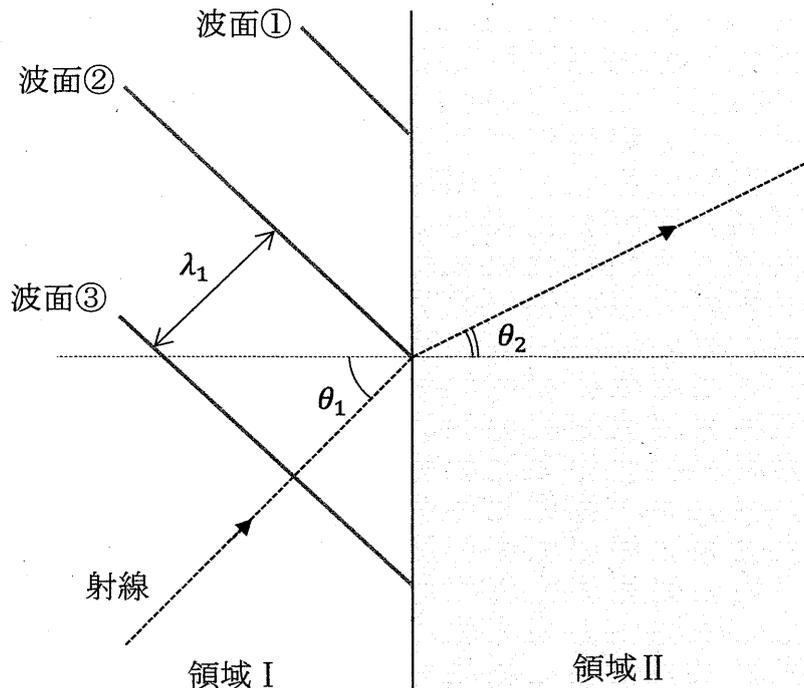


図1

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  $\lambda_1$  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、  $D, L, X, \lambda_1, n$  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。

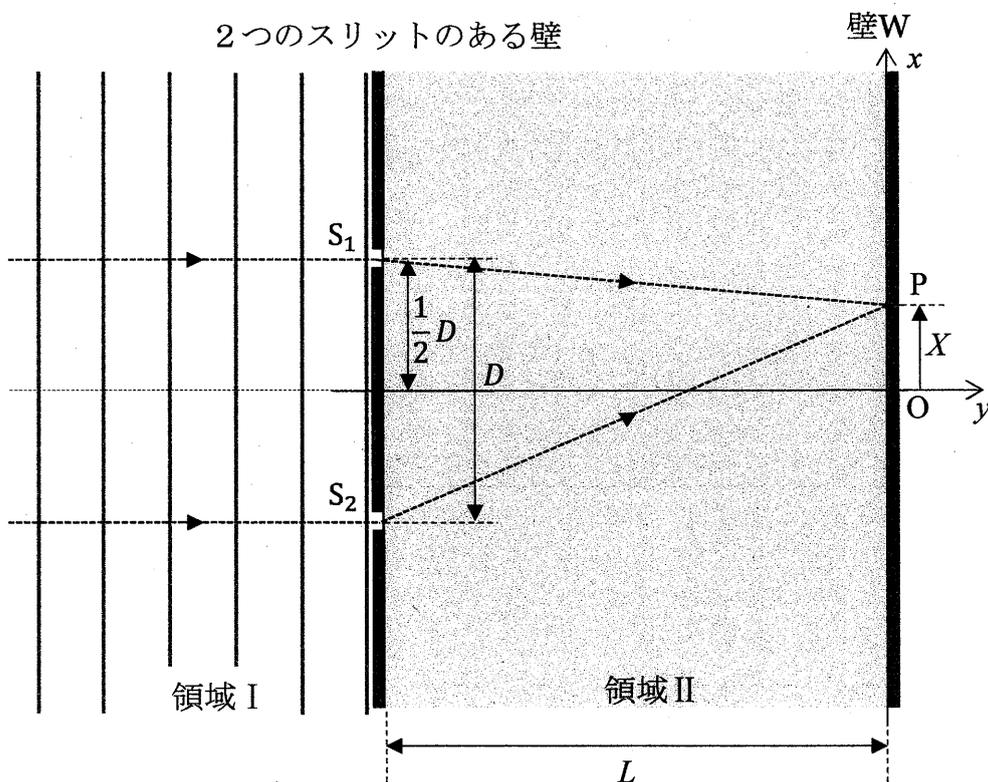


図2

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 $\lambda_2$ であり、 $S_1$ とOの間の距離を $\ell$ 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 $V_2$ 、 $v$ 、 $L$ 、 $\ell$ 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。

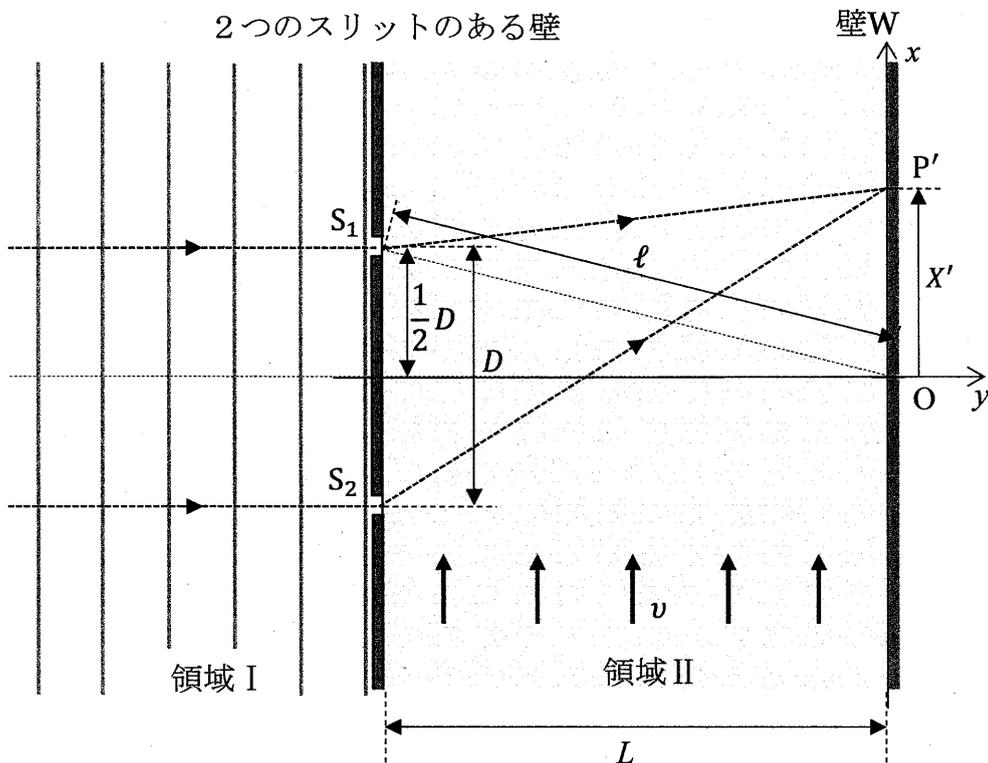


図3

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  $\rho$  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、 $\rho$ 、 $L$ 、 $D$ 、 $W$  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、 $\rho$ 、 $e$ 、 $n$  を用いて表せ。

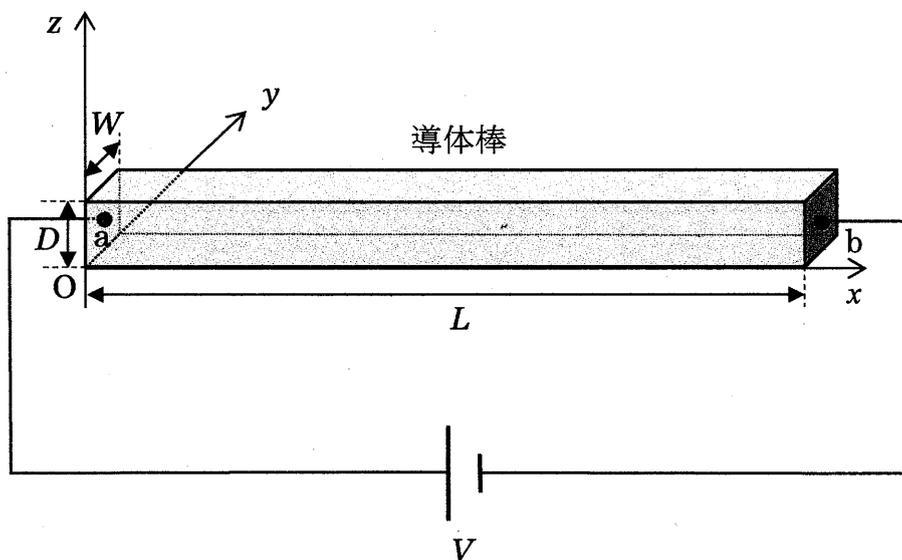


図1

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、 $e$ 、 $\rho$ 、 $L$ 、 $D$ 、 $V$ 、 $B$ 、 $V_z$  を用いて表せ。

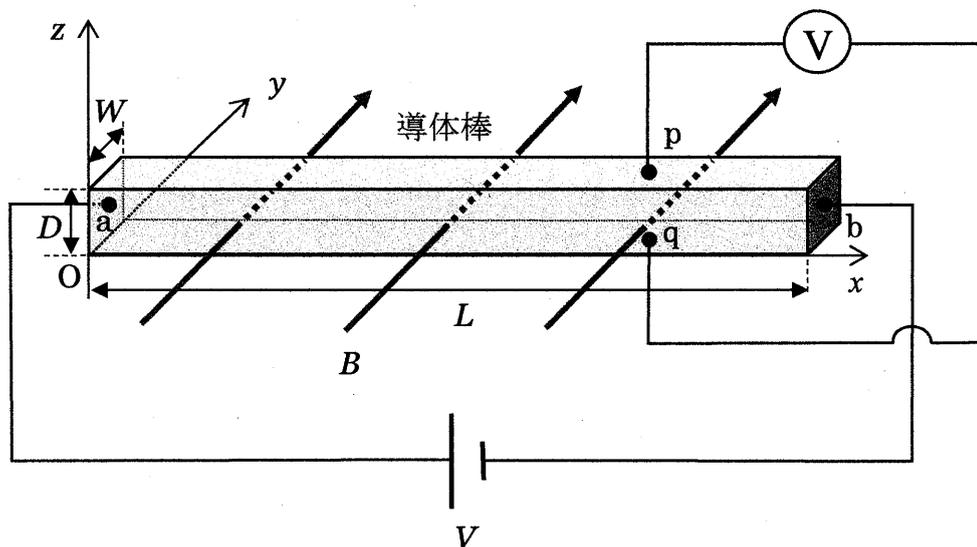


図2

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。

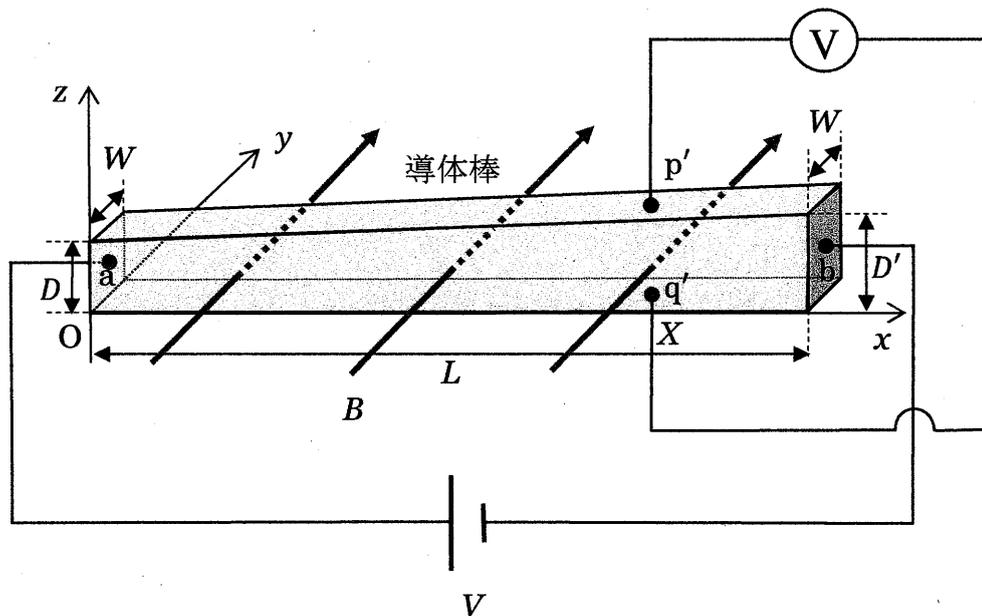


図3

令和7年度（2025年度）東北大学  
AO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
歯学部	13:00～15:00 (120分)	18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：  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

原子量： H = 1.0    N = 14.0    Mg = 24.3    Cl = 35.5

**1** 次の文章〔I〕と〔II〕を読み、問1から問9に答えなさい。

〔I〕 イオン化エネルギーを同族元素で比較すると、一般に原子番号が大きいものほどイオン化エネルギーが小さい。たとえば、アルカリ金属元素の場合は  $\text{Li} > \text{Na} > \text{K} > \text{Rb} > \text{Cs}$  であり、この中で最も陽イオンになりやすく、その単体の反応性が高い元素は **ア** である。また、同周期の元素で比較すると最もイオン化エネルギーが大きいのは **イ** 元素である。**イ** 元素の原子の価電子は **ウ** 個であり、きわめて安定で化合物を作りにくい。イオン化エネルギーは原子の陽性の強さを知る上で重要な指標であるが、a) 水溶液中における金属の反応性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。一方、電子親和力は、その値が大きい原子ほど電子を受け取って安定化しやすく、17族元素で大きな値となっている。

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という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は電気陰性度があり、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)。

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

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 $\chi$ 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。

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

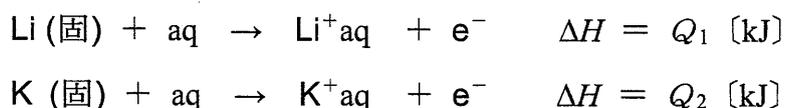
(\*注1)  $D$  は正しくは結合解離エネルギーを表すが、ここでは簡単に結合エネルギーとする。

(\*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 空欄  にあてはまる元素の名称、空欄  にあてはまる周期表の族の名称をそれぞれ書きなさい。また、空欄  にあてはまる数字を0から8より1つ選んで、解答欄の数字を○で囲みなさい。

問2 下線部 a)について、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  という。空欄  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 $Li > K > Na$ 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 $\Delta H$ 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<sup>+</sup>(気) および K<sup>+</sup>(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

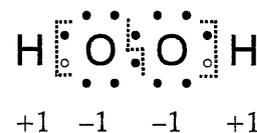
(\*注3) 気体状態のイオン 1 mol が水和するときのエンタルピー変化を水和エンタルピーという。

問3 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。

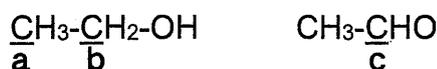
$$\sqrt{2} = 1.41 \quad \sqrt{3} = 1.73 \quad \sqrt{5} = 2.24 \quad \sqrt{7} = 2.65 \quad \sqrt{11} = 3.32 \quad \sqrt{13} = 3.61 \quad \sqrt{17} = 4.12$$

問4 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、その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<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の場合を右に示す。符号付きの数字が酸化数である。



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5 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 $\mu$  [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 $\mu_1$  [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 $\mu_0$  [C·m] は、電子と陽子の電気素量をそれぞれ $-q_0$  ( $-1.60 \times 10^{-19}$  C)、 $+q_0$  ( $+1.60 \times 10^{-19}$  C) として次のように計算できる。

$$\mu_0 = q_0 r$$

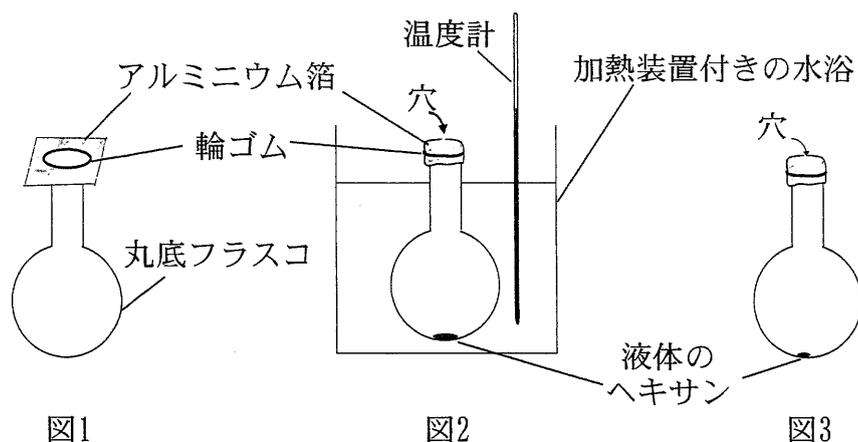
$\mu_1/\mu_0$  は分子ABに含まれるイオン結合性の割合を表しており、たとえば、 $\mu_1/\mu_0 = 0.30$  のとき、イオン結合性は30%であるという。

- (1) HClの電気双極子モーメントを測定すると $3.70 \times 10^{-30}$  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 $2.03 \times 10^{-29}$  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〕 実験書に掲載されていた『気体の分子量の測定』の<実験の手順>に従い、ヘキサン(沸点 68.7 °C)の分子量を求める実験を行い、実験で得られた分子量の値と分子式  $C_6H_{14}$  から得られる分子量 86.0 という値を比較することで、その方法の妥当性を検討することにした。実験はすべて大気中で行い、大気圧は  $1.00 \times 10^5$  Pa であった。断りがない限り、丸底フラスコ内の気体の温度は、水浴に浸けているときは水浴の温度に等しく、水浴に浸けていないときは室温に等しいとする。なお、水浴には加熱装置がついており、80 °C以上の一定温度に保たれ、室温は 20.0 °Cであった。また、丸底フラスコの容積は 360 mL であり、温度による容積変化は無視してよく、実験を通して容積は一定であるとする。気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

### <実験の手順>

- (i) 乾いた空の丸底フラスコにアルミニウム箔と輪ゴムを載せたもの(図 1)を準備して、その全体(丸底フラスコ、アルミニウム箔および輪ゴム)の質量 [g] を測定し、 $w_1$ として記録した。
- (ii) 丸底フラスコに約  mL のヘキサンを入れ、アルミニウム箔で丸底フラスコの口を覆い、輪ゴムでとめ、アルミニウム箔には針で小さな穴をあけた。
- (iii) (ii)の丸底フラスコを一定温度に保った水浴に深く沈めて固定し、加熱した(図 2)。
- (iv) 丸底フラスコ内のヘキサン(液体)が全部蒸発したのち、2,3分そのまま放置して水浴に浸けた温度計の値が一定になっていることを確認してから目盛りを読んだところ、87.0 °Cであった。
- (v) 丸底フラスコを水浴から取り出し、外側についている水をふき取り、室温まで十分に放冷したところ、ヘキサンの凝縮が観察された(図 3)。この状態の全体(アルミニウム箔および輪ゴムをつけたままの丸底フラスコ)の質量 [g] を測定し、 $w_2$ として記録した。



問6 手順(ii)で加える液体のヘキサンは、加熱により丸底フラスコ内がヘキサン蒸気のみで満たされるように過剰量を加える必要があるが、必要量を大幅に超えると加熱に要するエネルギーも時間も無駄になる。水浴の温度が $87.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ であるとき、手順(ii)の空欄  に入る最も適切な数値を①から④より選んで解答欄の番号を○で囲みなさい。ただし、液体のヘキサンの密度は $20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ で $0.66\text{ g/cm}^3$ とする。

- ① 0.08      ② 0.8      ③ 8      ④ 80

問7 今回行った実験とは別に体積と温度を変えることができる密閉容器に気体のヘキサンと窒素のみを1:4の体積比で混合して封入し、全圧を $1.00 \times 10^5\text{ Pa}$ に保ちながら、温度を $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 付近から少しずつ下げる実験を行った。ヘキサンの凝縮は $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ で始まった。 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ におけるヘキサンの蒸気圧[Pa]を求めて、その数値を有効数字2桁で答えなさい。なお、液体のヘキサンに窒素は溶解しないこととする。

問8 実験の結果、 $w_2 - w_1 = 0.96\text{ g}$ であった。問7で求めた $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ でのヘキサンの蒸気圧の値を考慮して、ヘキサンの分子量を求め、その数値を有効数字2桁で書きなさい。また、答えの導出過程も示しなさい。ただし、ここで求める分子量は実験で得られた各測定値から計算して求めた分子量であり、分子式から得られるものではない。計算にあたっては、 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.00 \times 10^5\text{ Pa}$ の空気 $360\text{ mL}$ の質量を $0.430\text{ g}$ としなさい。なお、図3において液体のヘキサンの体積は無視でき、ヘキサンの気液平衡が成立しているものとする。

問9 次の(1)または(2)のように部分的に<実験の手順>どおりの操作を行わなかったとする。

(1) 手順(iv)において、丸底フラスコ内にヘキサンの液体がほんのわずかに残っていたが、温度計の目盛りを読んで、手順(v)に進んだ。この操作以外はすべて<実験の手順>どおりに行った。

(2) 手順(v)において、水浴から丸底フラスコを引きあげたあと、丸底フラスコを氷水につけて十分に冷却し、ヘキサン蒸気が凝縮したことを確認後、まわりの水をふき取り、すぐにこの状態の全体の質量[g]を測定し、その値を $w_2$ として記録した。このとき丸底フラスコは室温よりも冷たく、内部の気体の温度も室温より低かった。この操作以外はすべて<実験の手順>どおりに行った。

(1)、(2)のそれぞれについて、<実験の手順>どおりに操作したときと比べて値が変化する可能性のあるものを①から⑤よりすべて選んで、解答欄の番号を○で囲みなさい。ただし、図3は、(1)においては手順(v)のとおり室温まで十分に放冷した状態を表しており、(2)においては氷水から丸底フラスコを引き上げてまわりの水をふき取ってすぐの状態を表していることとする。また、図3において、丸底フラスコ内に存在する液体のヘキサンの体積はその増減に関わらず無視することができ、丸底フラスコ内の気体の体積は常に360 mLとする。

- ① 図3の全体の質量( $w_2$  [g])の値
- ② 図3のときのヘキサンの蒸気圧の値
- ③ 図3の丸底フラスコ内に含まれる空気の質量の値
- ④ 図3の丸底フラスコ内に含まれるヘキサンの質量の値
- ⑤ 図3の丸底フラスコ内の酸素分圧の値

2 次の文章〔Ⅰ〕から〔Ⅲ〕を読み、問1から問10に答えなさい。

〔Ⅰ〕 炭素およびケイ素は14族に属する非金属元素である。同じ元素の単体であるが、互いに性質が異なる物質を〔ア〕という。炭素の単体には多くの〔ア〕があり、その一つであるダイヤモンドは〔イ〕を吸収しないために無色透明である。炭素の別の〔ア〕である〔ウ〕は、多数の炭素原子が正六角形型に平面状に敷き詰められた層が分子間力によって引き合い、積み重なった構造をとる黒色の固体である。〔ウ〕の層一枚のみからなる炭素の〔ア〕も存在し、これは〔エ〕と呼ばれる。さらに、炭素の〔ア〕には、 $C_{60}$ 、 $C_{70}$ などの分子式をもつ球状分子もあり、これらは〔オ〕と呼ばれる。炭素原子およびケイ素原子はともに最外殻に〔A〕個の電子をもち、この電子を用いて水素原子やハロゲン原子との間に共有結合を形成する。

一方、同じ14族に属するが、金属元素に分類される元素としてスズおよび鉛がある。スズの合金の一つである〔カ〕は、融点が低いため金属の接合剤として用いられる。以前は〔カ〕として、スズとともに鉛を含む合金が用いられていたが、<sup>a)</sup>最近では鉛を含まない合金が実用化され用いられるようになってきている。鉛の化合物の中で、白色の硫酸塩や黒色の硫化物などは酸化数〔B〕の鉛を含んでいる。一方、赤色顔料の鉛丹の主成分となっている鉛の酸化物のように、酸化数〔B〕と〔C〕の2種類の鉛イオンを含む化合物も存在する。

問1 空欄〔ア〕から〔カ〕に入る最も適切な語句を書きなさい。

問2 空欄〔A〕から〔C〕に入る適切な数字を書きなさい。必要なら+、-の符号を付けなさい。

問3 下線部 a)において、鉛を含まない合金が用いられるようになった理由を15文字以内で書きなさい。

問4 元素や原子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 $^{12}\text{C}$ が正確に12 gあるとき，その中に含まれる $^{12}\text{C}$ 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 $\text{O}^{2-}$ ， $\text{F}^-$ ， $\text{Na}^+$ ， $\text{Mg}^{2+}$ および $\text{Al}^{3+}$ 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 b) 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。

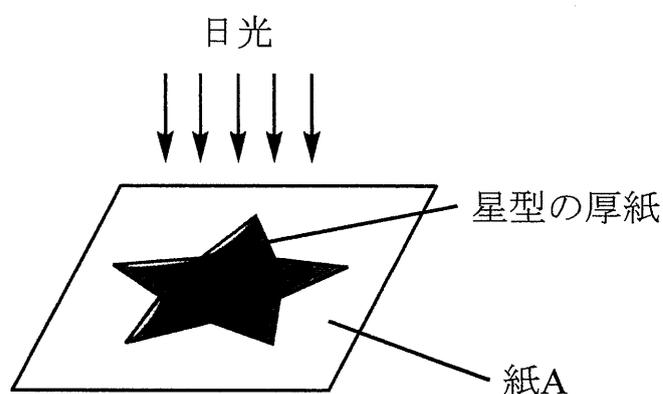


図1

問 5 下線部 b) 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 6 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〕  $\text{ClO}^-$  から  $\text{Cl}^-$  が生じる反応での塩素の酸化数の変化の書き方： $+1 \rightarrow -1$

〔Ⅲ〕 次の実験 1 から実験 7 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 5.35 g 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。

実験 7 窒素を金属マグネシウムと高温で反応させたところ，窒化マグネシウムが生成した。この化合物中のマグネシウムの酸化数は+2，窒素の酸化数は-3である。

問 7 (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 8 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

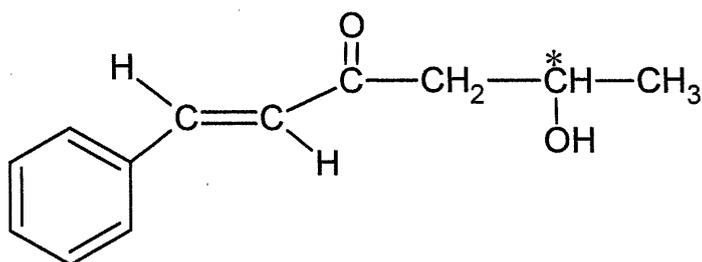
問 9 (1) 実験 5 で, 気体 Y を通したときに起こる反応のイオンを含まない化学反応式を書きなさい。

(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。

問 10 実験 4 で塩化アンモニウムはすべて反応して窒素が生成した。生成した窒素をすべて使用して, 過剰量の金属マグネシウムを用いて実験 7 を行ったところ, 窒素はすべて消費された。生成した窒化マグネシウムの質量 [g] を計算し, その数値を有効数字 3 桁で書きなさい。なお, 実験 4 および実験 7 ではそれぞれ 1 つの化学反応のみが起こるものとする。

3 次の問1から問4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、(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romo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

AO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	試験時間	ページ数
歯学部	13:00~15:00 (120分)	11ページ

B2346

——このページは白紙——

——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。

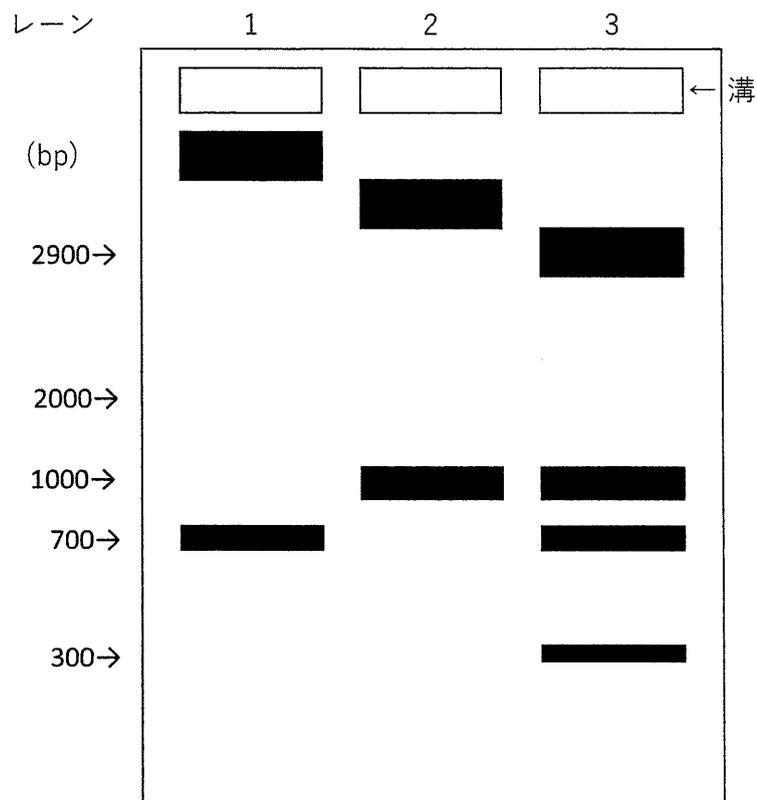
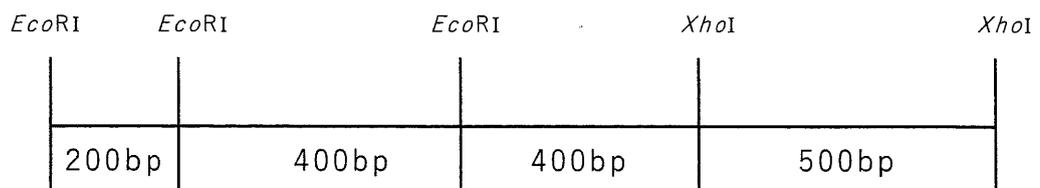


図 1

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进行操作する 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) ~ (7) に答えよ。

有性生殖は配偶子の形成時に遺伝子の<sup>(a)</sup>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。<sup>(b)</sup>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、F<sub>1</sub> (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、F<sub>1</sub> (遺伝子型 AaBb) 同士を交配すると、F<sub>2</sub> (雑種第 2 代) の表現型の分離比はどのようになるか。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 S<sub>1</sub>S<sub>2</sub> とし、胚珠を形成する親の遺伝子型を S<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 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) F<sub>1</sub> の胚の遺伝子型の比を記せ。

(ii) F<sub>1</sub> 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と考えられる。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は不活性化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<sub>3</sub>]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。

**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生じない。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) ( $\text{HgCl}_2$ ) 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。

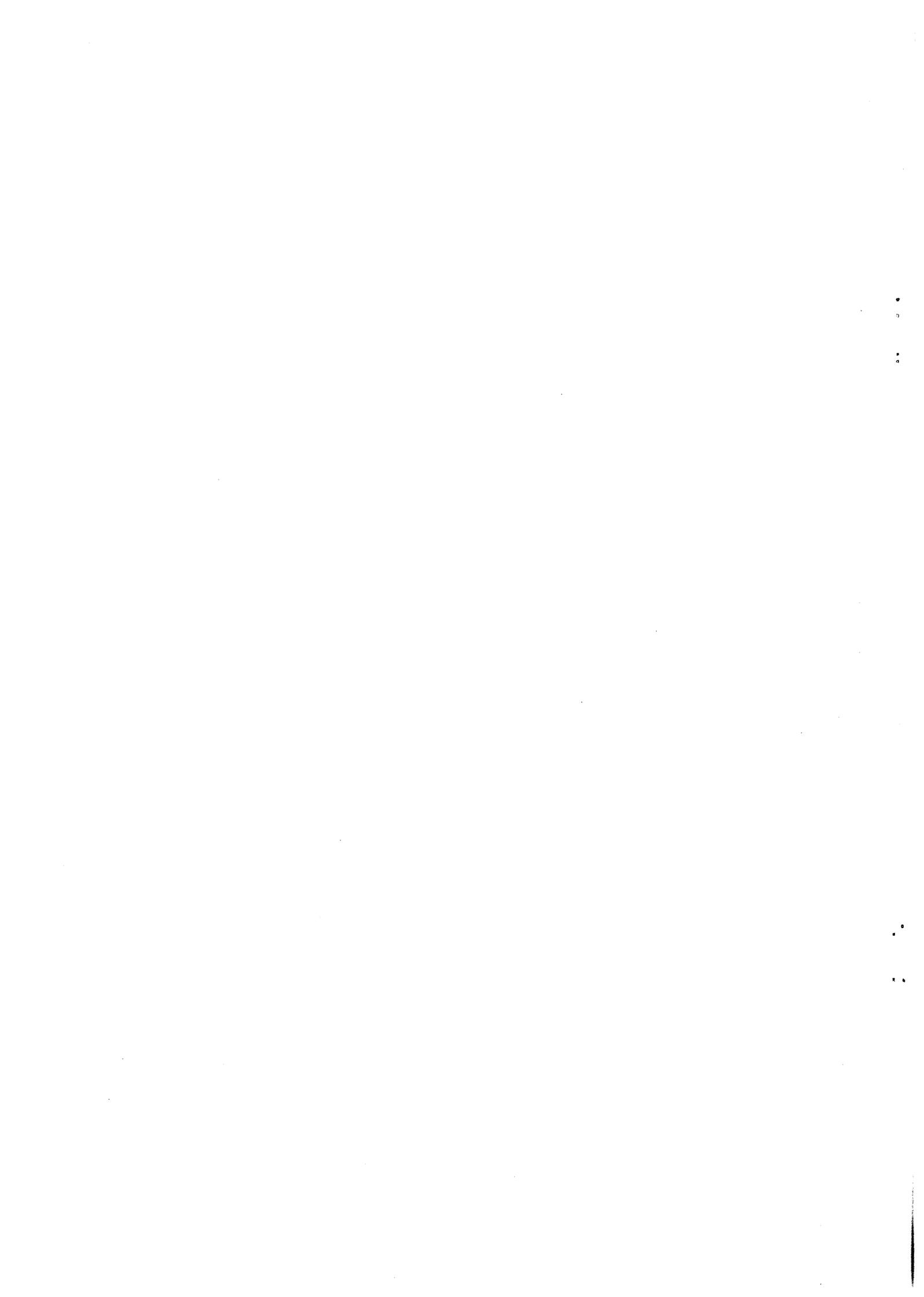
問(5) 実験Iでタンパク質 H が水を高速で透過するタンパク質であることは推測できた。実験IIでは実験Iの結果を支持するデータが得られた。表 1 の (ア) ~ (カ) の中で水分子の透過する速度が速いものを 2 つ選べ。

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) 以下は細胞膜ではたらく、あるホルモンに関する文章である。空欄  ~  に適する語句を入れよ。

は副腎髄質から分泌され血液中を移動し、このホルモンの  器官である肝臓の細胞膜上の  に結合する。その結果  の立体構造が変化して、細胞膜上にある  を活性化する。活性化した  は  から cAMP という情報伝達物質を新たに産生する。cAMP はさらに別の  を活性化して、一連の反応を促進し、最終的にグリコーゲンがグルコースに分解される。この結果グルコースが血液中に運ばれて血糖濃度が上昇する。cAMP のような細胞内の情報伝達物質は、 とよばれる。



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③問題

令和6年11月2日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部保健学科 歯学部 農学部	16:00～17:30 (90分)	14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14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. 特に指示がある場合以外は、日本語で記入してください。
8. 解答に字数の指定がある場合は、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。

C2346





1 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

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 that が示す内容を本文に即して説明しなさい。

問2 下線部 (2) の 8 countries について、文中ではいくつかに分類されている。どのように分類されているか説明しなさい。

問3 下線部 (3) について、we が指すものを具体的に示して、日本語に訳しなさい。

問4 本文の内容から正しいと判断できるものを、次の (A)~(D) の中から一つ選び、記号で答えなさい。

(A) スペインとウクライナでは国民の英語習熟度が異なっている。

(B) 学術論文の審査過程では、研究内容の正確さと英語の質の問題は分けて評価される。

(C) 英語が堪能でない人にとって、論文やプレゼンテーションだけでなく、研究費を獲得するための申請も困難である。

(D) 英語を母国語とする国の数は世界の国の数の5%に過ぎない。

——このページは白紙——

C2346

2 次の英文を読んで、以下の問いに答えなさい。

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。

著作権の都合上、この部分をご覧いただけません。

問1 本文中で 下線部(1) Avian と同じ意味で用いられている英単語を答えなさい。

問2 下線部(2)を日本語に訳しなさい。

問3 下線部(3)について、なぜ It should be no surprise なのか、その理由について本文に即して簡潔に説明しなさい。

問4 下線部(4)について、なぜ controversial なのか、その理由について本文に即して簡潔に説明しなさい。

問5 以下の (A)~(D) のうち、本文の内容から誤っていると判断できるものを二つ選び、記号で答えなさい。

(A) HPAI に感染した人は50%以上の確率で死に至る。

(B) 最初の HPAI は野生のガチョウから見つかった。

(C) 鳥の死体を見つけた場合は HPAI に感染している可能性があるので、拾って専門機関に持っていく必要がある。

(D) HPAI の世界的な流行を抑制する施策の一つとして、家禽飼育羽数の増加の抑制があげられる。

3 次の英文を読んで、以下の問いに答えなさい。

[1] In the 1990s and early 2000s, technologists made the world a grand promise: new communications technologies would strengthen democracy, undermine authoritarianism, and lead to a new era of human \*flourishing. But today, <sup>(1)</sup>few people would agree that the internet has lived up to that \*lofty goal.

[2] Today, on social media platforms, content tends to be ranked by how much engagement it receives. Over the last two decades politics, the media, and culture have all been reshaped to meet a single, overriding incentive: \*posts that provoke an emotional response often rise to the top. Efforts to improve the health of online spaces have long focused on content moderation, the practice of detecting and removing bad content. Tech companies hired workers and built AI to identify hate speech, \*incitement to violence, and harassment. That worked imperfectly, but it stopped the worst toxicity from flooding our feeds. There was one problem: while these AIs helped remove the bad, they didn't elevate the good. "Do you see an internet that is working, where we are having conversations that are healthy or productive?" asks Yasmin Green, the CEO of Google's Jigsaw unit, which was founded in 2010 with a remit to address threats to open societies. "No. You see an internet that is driving us further and further apart." What if there were another way?

[3] Jigsaw believes <sup>(2)</sup>it has found one. On Monday, the Google subsidiary revealed a new set of AI tools, or classifiers, that can score posts based on the likelihood that they contain good content: Is a post \*nuanced? Does it contain evidence-based reasoning? Does it share a personal story, or foster human compassion? By returning a numerical score (from 0 to 1) representing the likelihood of a post containing each of those virtues and others, these new AI tools could allow the designers of online spaces to rank posts in a new way. Instead of posts that receive the most likes or comments rising to the top, platforms could — in an effort to foster a better community — choose to put the most nuanced comments, or the most compassionate ones, first.

[4] The breakthrough was made possible by recent advances in <sup>(3)</sup>large language models (LLMs), the type of AI that underpins \*chatbots like ChatGPT. In the past, even training an

C2346

AI to detect simple forms of toxicity, like whether a post was racist, required millions of labeled examples. Those older forms of AI were often \*brittle and ineffectual, not to mention expensive to develop. But the new generation of LLMs can identify even complex linguistic concepts out of the box, and \*calibrating them to perform specific tasks is far cheaper than it used to be. Jigsaw's new classifiers can identify "attributes" like whether a post contains a personal story, curiosity, nuance, compassion, reasoning, \*affinity, or respect. "It's starting to become feasible to talk about something like building a classifier for compassion, or curiosity, or nuance," says Jonathan Stray, a senior scientist at the Berkeley Center for Human-Compatible AI. "These fuzzy, contextual, know-it-when-I-see-it kind of concepts - we're getting much better at detecting those."

[5] This new ability could be a watershed for the internet. Green, and a growing chorus of academics who study the effects of social media on public discourse, argue that content moderation is "necessary but not sufficient" to make the internet a better place. <sup>(4)</sup>Finding a way to boost positive content, they say, could have \*cascading positive effects both at the personal level — our relationships with each other — but also at the scale of society. "By changing the way that content is ranked, if you can do it in a broad enough way, you might be able to change the media economics of the entire system," says Stray, who did not work on the Jigsaw project. "If enough of the algorithmic distribution channels disfavored divisive rhetoric, it just wouldn't be worth it to produce it any more."

(出典: "The AI that Could Heal a Divided Internet" April 15, 2024, *Time* より一部改変)  
(Reprinted from "The AI That Could Heal a Divided Internet" by Billy Perrigo. From TIME. © 2024 TIME USA LLC.. All rights reserved. Used under license)

(注)

\*flourishing: 繁栄

\*lofty: 高尚な

\*post(s): 投稿

\*incitement: 誘因

\*nuanced: ニュアンス (微妙な差異) を含んでいる

\*chatbot(s): テキストや音声を使って自動で会話を行うプログラム

\*brittle: 脆い

\*calibrating: 調整する

\*affinity: 親和性

\*cascading: 連鎖する

C2346

問1 下線部 (1) について, どうして few people would agree なのか, 段落[2]で述べられている内容に即して説明しなさい。

問2 下線部 (2) の具体例としてあげられているものを, 段落[3]で述べられている内容に即して120字程度で説明しなさい。

問3 下線部 (3) large language models (LLMs) がもつ, 従来の AI にはない特徴を, 2点説明しなさい。

問4 下線部 (4) を日本語に訳しなさい。



