

令和4年度 AO入試問題集 (歯学部)

公表期限：2025年3月末

東北大学入試センター

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

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

令和4年度（2022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3年11月6日

志願学部	試験時間	ページ数
歯学部	9:30~10:50 (80分)	7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7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 関数

$$f(\theta) = 4 \cos \theta - 3 \cos 2\theta + 4 \sin \theta \sin 2\theta$$

の $0 \leq \theta \leq \pi$ における最大値と最小値, およびそれらを与える θ を求めよ。

2

以下の問いに答えよ。

- (1) 零ベクトルではない大きさの等しい2つのベクトル \vec{a} , \vec{b} がある。すべての零でない実数 k について、2つのベクトル $k\vec{a} + \vec{b}$ と $\vec{a} - k\vec{b}$ の大きさが等しいとする。このとき、 \vec{a} と \vec{b} のなす角 θ ($0 \leq \theta \leq \pi$) を求めよ。
- (2) 実数 α に対し、平面ベクトルを $\vec{a} = (\cos \alpha, \sin \alpha)$ で定める。 \vec{a} と直交し、大きさが1であるような平面ベクトル $\vec{b} = (x, y)$ を求めよ。

3 2つの袋 A, B があり, A には白玉 2 個のみが入っていて, B には白玉 1 個と赤玉 1 個のみが入っている。「A から無作為に玉を 1 個取り出して B へと入れた後に, B から無作為に玉を 1 個取り出して A へと戻す」という操作を n 回繰り返した後に, A に白玉が 2 個入っている確率を p_n とする。次の問いに答えよ。

(1) p_1, p_2 の値をそれぞれ求めよ。

(2) $n \geq 2$ の場合の p_n を p_{n-1} を用いて表せ。

(3) 数列 p_1, p_2, p_3, \dots の一般項 p_n を求めよ。

(4) $0.9999 < \frac{p_n}{p_{n-1}} < 0.999999$ を満たす自然数 n ($n \geq 2$) をすべて求めよ。

4 曲線 $C: y = x^2 - 4x + 3$ 上の点 $P(s, s^2 - 4s + 3)$ における曲線 C の接線を L_1 とする。原点 $O(0, 0)$ を通り、 L_1 に平行な直線 L_2 が曲線 C と 2 点で交わるとし、その交点を A, B とする。原点 O に近い交点を A とする。次の問いに答えよ。

- (1) 接線 L_1 を s を用いて表せ。
- (2) 直線 L_2 が曲線 C と 2 点で交わるような s の範囲を求め、2 つの交点 A, B の座標を s を用いて表せ。
- (3) $s \geq 3$ の場合の直線 L_2 と曲線 C とで囲まれた図形の面積を s を用いて表せ。
- (4) $s \geq 3$ の場合に接線 L_1 が x 軸および y 軸と交わる点をそれぞれ Q, R とする。距離 PQ, PR の比 $\frac{PQ}{PR}$ を s を用いて表せ。
- (5) 極限 $\lim_{s \rightarrow \infty} \frac{PQ}{PR}$ を求めよ。

令和4年度(2022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3年11月6日

志願学部	試験時間	問題冊子数
歯学部	13:00~14:20 (80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」1冊が、「定規」1個入っています。
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="checkbox"/> 選択する
<input type="checkbox"/> 選択しない

選択しない場合：

<input type="checkbox"/> 選択する
<input checked="" type="checkbox"/> 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4年度（2022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3年11月6日

志願学部	試験時間	ページ数
歯学部	13:00~14:20 (80分)	8ページ

B1245

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 質量 M [kg] の人工衛星が、地表から h [m] の高さを、地球を中心とする円軌道を描いて一定の速度 V [m/s] で運動している。地球は質量 M_0 [kg]、半径 R [m] の完全な球で、自転の影響はないものとする。万有引力定数を G [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$]、地表での重力加速度の大きさを g [m/s^2] とし、以下の問1～9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 人工衛星にはたらく重力の大きさ F [N] を、 G 、 M_0 、 M 、 h 、 R を用いて表せ。

問2 地表での重力加速度の大きさ g [m/s^2] を、 G 、 M_0 、 R を用いて表せ。

問3 この人工衛星の加速度の大きさ a [m/s^2] を、 g 、 h 、 R を用いて表せ。また、加速度の向きを述べよ。

問4 この人工衛星の運動エネルギー K [J] を、 g 、 M 、 h 、 R を用いて表せ。

問5 この人工衛星の周期 T_1 [s] を、 g 、 R 、 h を用いて表せ。

問6 現在、人工衛星の1つである“国際宇宙ステーション”が地球上空400 kmを飛行しており、飛行条件により明け方や、夕方に肉眼で見ることができる。 $g = 10.0 \text{ m}/\text{s}^2$ 、 $R = 6400 \text{ km}$ として“国際宇宙ステーション”が地球を1周する時間（周期 T_1 ）を「分」を単位として有効数字2桁で求めよ。必要な場合、近次式 $R + h \approx R$ ($R \gg h$)、 $\pi = 3.14$ を用いてよい。

人工衛星の速度 V [m/s] を大きくすることにより円軌道から楕円軌道に変えることができる。半径 $r_1 = R + h$ [m], 速度 V [m/s] の円軌道にある質量 M [kg] の人工衛星がある。楕円軌道に変えるために, 質量の一部分 m [kg] を人工衛星に対して v [m/s] の速さで後方に放出した。

問7 質量の一部分を放出した直後の, 質量 $M_1 = M - m$ [kg] の人工衛星の速さ v_1 [m/s] を, V, v, M, m を用いて表せ。

図1に示すように楕円軌道では, 人工衛星が地球に最も近づく点を近地点, 最も遠ざかる点を遠地点とよぶ。地球から人工衛星(質量 M_1)の距離と人工衛星の速さを, 近地点では r_1 [m], v_1 [m/s], 遠地点では r_2 [m], v_2 [m/s] とする。

問8 この人工衛星の遠地点における速さ v_2 [m/s] を, G, M_0, r_1, v_1 を用いて表せ。

問9 この楕円軌道を運動する人工衛星の周期 T_2 [s] を, V, r_1, r_2 を用いて表せ。

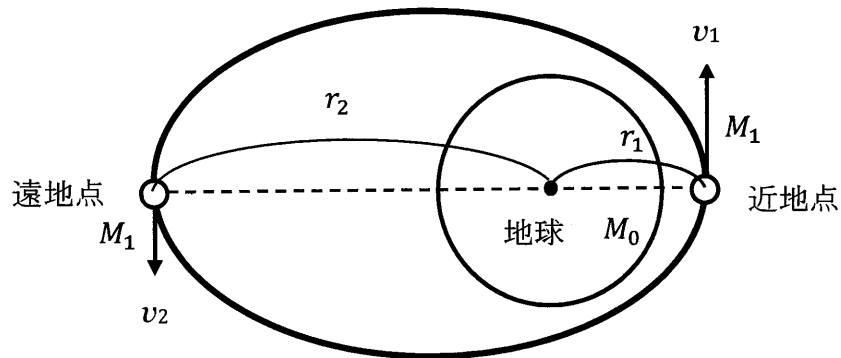


図1

2 真空中で図2のように、2枚の薄い金属板（極板）A、Bを間隔 d [m] 離して配置した平行平板コンデンサーの両端に起電力 V [V] の電池とスイッチ S がつないである。間隔 d は金属板の大きさ（辺の長さ）に対して十分に小さく、金属板の周辺の部分の電場の不均一さは無視できるものとする。金属板Aは接地してあり、その電位は、 0 Vに保たれている。図2のように金属板Aの位置を原点 0 として金属板に垂直な方向に x 軸をとる。このコンデンサーの電気容量を C [F] とする。以下の問1～10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。

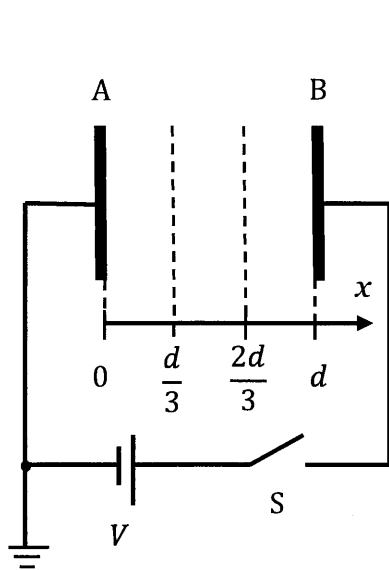


図2

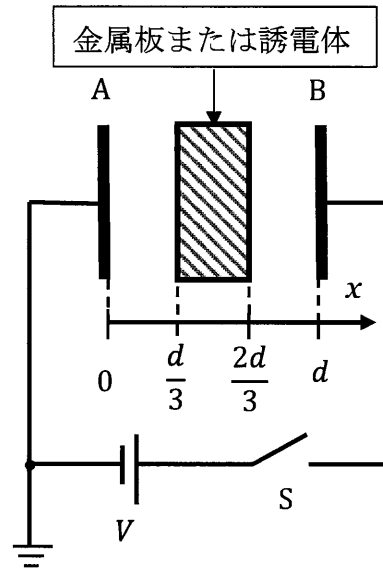


図3

スイッチ S を閉じて十分に時間をおいた後の状態について答えよ。

問1 金属板A、B間の座標 x に関する電位 V_a [V] および電場の強さ E_a [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に描け。それぞれ、縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

問2 このコンデンサーに蓄えられている静電エネルギー U_a [J] を C と V を用いて表せ。

次にコンデンサーを完全に放電した。そして、スイッチを開いた状態で図3のように金属板A, Bの間に厚さ $\frac{d}{3}$ [m] の金属板をA, Bそれぞれから距離が等しくなるように挿入した。その後、スイッチSを閉じて十分に時間をおいた。

問3 このコンデンサーの電気容量 C_b [F], コンデンサーに蓄えられている電気量 Q_b [C] を C と V のうち必要なものを用いて表せ。

問4 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_b [V] および電場の強さ E_b [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に作図せよ。縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

再びコンデンサーを完全に放電した。そして、スイッチSを開いた状態で図3のように金属板A, Bの間に比誘電率が4.0で、厚さ $\frac{d}{3}$ [m] の誘電体をA, Bそれぞれからの距離が等しくなるように挿入した。その後、スイッチSを閉じて十分に時間をおいた。

問5 このコンデンサーに蓄えられている電気量 Q_c [C] を C と V を用いて表せ。

問6 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_c [V] および電場の強さ E_c [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に作図せよ。縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

続いてスイッチSを開いた後に、金属板A, Bの距離を保ったまま誘電体を取り除いた。

問7 誘電体を取り除くために要した仕事 W [J] を C と V を用いて表せ。

その後、金属板A, Bの距離を $5d$ [m] に広げて十分時間をおいた。

問8 この時のA, B間の電位差 V_e [V] を V を用いて表せ。

(次ページに続く)

問1に用いた平行平板コンデンサー $C_a = C$ [F] および問3に用いた金属板を挿入したコンデンサー C_b を使って、図4に示す回路をつくる。はじめに、 C_a の電圧を V [V]、 C_b の電圧を 0 Vとする。スイッチ S_1 を閉じて C_b に充電し、次に S_1 を開き S_2 を閉じて C_b の電荷を放電させる操作をくり返す。なお抵抗 R は、回路に過大な電流が流れないように付けてある。

問9 1回目の操作後における C_a の電圧 V_1 [V] と失われた静電エネルギー U [J] を C と V の中から必要なものを用いて表せ。

問10 さらに、 n 回操作後における C_a の電圧 V_n [V] を V を用いて表せ。

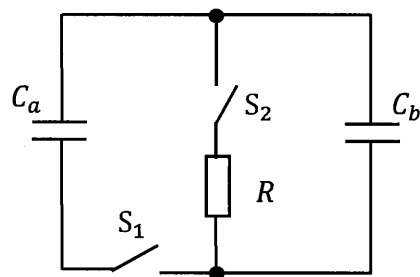


図4

令和4年度（2022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3年11月6日

志願学部	試験時間	ページ数
歯学部	13:00～14:20 (80分)	9ページ

注意事項

定規の使用が必要と判断した問題については、
配付された定規を使用して解答してください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 食酢中の酸の濃度を測定する実験についての以下のレポートを読み、次のページにある問1から問8に答えなさい。

なお、必要に応じ、原子量として次の値を用いなさい。

H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Na 23.0 Cl 35.5

(実験レポート)

目的 食酢中の酸を酢酸のみと仮定し、その濃度を求める。

- 準備
- 1 食酢を10倍に薄めた水溶液（以下、試料溶液Aと表記する）を用意した。
 - 2 水酸化ナトリウム約3.5 gを量りとり、1 Lのメスフラスコを用いて水酸化ナトリウム水溶液（以下、水酸化ナトリウム水溶液と表記する）を用意した。
 - 3 酸の標準溶液として、0.0500 mol/Lのシュウ酸水溶液（以下、シュウ酸水溶液と表記する）を調製した。
 - 4 シュウ酸水溶液で水酸化ナトリウム水溶液10.0 mLを中和滴定したところ、シュウ酸水溶液が平均で8.50 mL必要であった。
 - 5 指示薬として変色域が8.3～10.5であるものを用意した。

手順 次の1から3の手順で測定を行う。これを3回繰り返す。

- 1 コニカルビーカーに入れた試料溶液A 10.0 mLに上述の準備5で用意した指示薬を加えた。
- 2 次に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて、溶液を呈色させた。
- 3 呈色した溶液をシュウ酸水溶液を用いて滴定した。

結果 手順2で加えた水酸化ナトリウム水溶液は20.0 mLであった。

手順3の測定結果を次に示す。

表 1: 中和までに必要としたシュウ酸水溶液の体積

1回目	9.71 mL	2回目	9.69 mL	3回目	9.59 mL
-----	---------	-----	---------	-----	---------

考察

次のような性質のため、水酸化ナトリウムの質量を正確に測定することは難しい。そのため、準備4のような操作によって、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を実験直前に決める必要がある。

注意すべき水酸化ナトリウムの性質：

準備4の中和滴定により、この測定で使用した水酸化ナトリウム水溶液の濃度は

mol/Lと求められた。

手順3において、中和滴定に必要としたシュウ酸水溶液の平均の体積は、

mLである。

そこで、試料溶液Aの酢酸の濃度を C_a [mol/L] とすると

したがって、食酢中の酢酸の濃度は mol/L である。

- 問1 手順1において、試料溶液Aを入れるコニカルビーカーは、純水でよく洗ってあればぬれていてもよい理由を解答欄に記しなさい。
- 問2 ホールピペットやビュレットを純水で洗浄した後にすぐ使用するとき、量ろうとする溶液で洗う（共洗いする）のはなぜか、その理由を解答欄に記しなさい。
- 問3 準備5において用意する指示薬の変色域が6.0～8.0では、手順1，2，3において適正な結果が得られない。その理由を解答欄に記しなさい。
- 問4 準備3において、シュウ酸水溶液250 mLを作るために必要なシュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の質量 [g] を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問5 準備4のようにして、準備した水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定しなければならない。その理由となる水酸化ナトリウムの性質を1つだけ解答欄 に記しなさい。
- 問6 空欄 ， に適する数値を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問7 空欄 に記載される C_a の値を求める過程を解答欄に記しなさい。
- 問8 空欄 に適する数値を有効数字3桁で解答欄に答えなさい。

2 フェノール C_6H_5OH の性質を調べるために実験 1, 2 を, また, サリチル酸メチルの合成のために実験 3 を行った。実験 1, 2, 3 についての下の記述を読み, 次のページにある問 1 から問 9 に答えなさい。

【 フェノールの性質を調べる実験 1, 2 】

実験 1 (1) フェノールの固体 1 g を乾いた試験管に取り, 約 $60^\circ C$ の温水につける。

(2) 次に, この試験管を冷水につける。

(3) 次に, この試験管に水 1 mL を加えて温水につけ, よくふり混ぜたのち, 冷却する。

(4) 次に, この試験管に 2 mol/L NaOH 水溶液 1 mL を加える。

(5) 次に, 3 mol/L H_2SO_4 水溶液 1 mL を少しずつ滴下する。

実験 2 (1) 試験管にフェノール 0.5 g を入れ, さらに水 1 mL を加え, よくふり混ぜる。その後, 2 mol/L NaOH 水溶液を 1 滴ずつ加えてできるだけ少量でフェノールを溶かす。

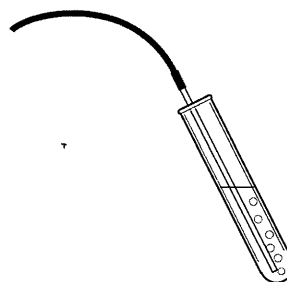


図 1: 実験 2 (2)

(2) この溶液に, 図 1 のようにして, 試験管をよく振りながら二酸化炭素を十分に通す。

【 サリチル酸メチルを合成する実験 3 】

実験 3 (1) 乾いた試験管に, サリチル酸 0.5 g を入れ, さらにメタノール 5 mL を加えてよく振り混ぜる。

(2) 沸騰石を数粒加え, 濃硫酸 0.5 mL を少しずつ滴下する。

(3) 図 2 のように, ゴム栓付きの冷却管を試験管に取り付け, 穏やかに 5 分間以上加熱する。

(4) 試験管を冷やしてから, ビーカーに入れた十分な量の 5% 炭酸水素ナトリウム水溶液に試験管の内容物を少量ずつ注ぐ。

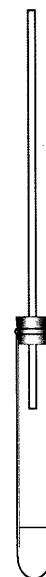


図 2: 実験 3 (3)

- 問 1 実験 1 (1) において観察されることを解答欄に記しなさい。
- 問 2 実験 1 (2) において観察されることを解答欄に記しなさい。
- 問 3 実験 1 (4) において生じた化学変化を表す化学反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 4 実験 1 (5) において生じた化学変化を表すイオン反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 5 実験 2 (2) で生じた化学変化を表す化学反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 6 実験 3 (1) では乾燥した試験管を用いなければならない。その理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 7 実験 3 (2) では濃硫酸を少しずつ滴下している。一度に加えない理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 8 実験 3 (3) において、図 2 に示したように冷却管を用いる。その理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 9 実験 3 (4) において炭酸水素ナトリウム水溶液に試験管の内容物を加えると合成されたサリチル酸メチルが分離する。このとき、ビーカーの中に水ではなく炭酸水素ナトリウム水溶液を入れておいた理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。

3 ファラデー定数を実験で求めるため、
図3の装置を用いて、硫酸銅水溶液を電
気分解し、電気分解の各経過時間〔分〕
において、電極に析出した銅の質量〔g〕
を測定した。

それぞれの実験についての記述を読み、
次のページにある問1から問5に答えな
さい。

なお、硫酸銅水溶液の濃度を 0.5 mol/L
とし、電源には定電流電源を使用した。
電流値を安定させるために可変抵抗を使
用し、表面を洗浄した銅板を両電極とした。

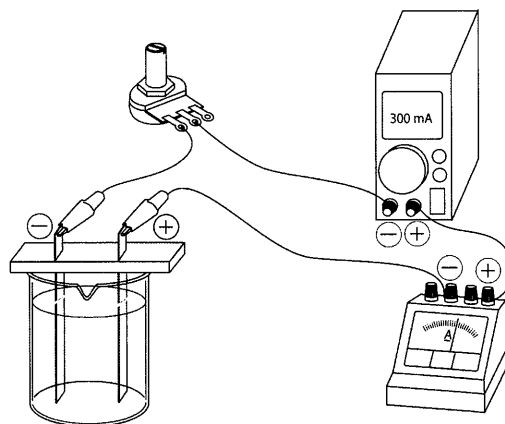


図3: 硫酸銅水溶液の電気分解装置

予備操作 図3のように回路を組み、電源と可変抵抗を調整して 300 mA の電流が常に流れるようにする。1分間、電流を流して安定したところで、電源を切る。

質量測定の手順 陰極の銅板を取り出し、表面の硫酸銅水溶液を純水で洗い流してからエタノールに浸して水を除去して乾燥させ、質量を測定する。

操作1 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を0分の陰極板の質量とする。

操作2 質量を測定した銅板を陰極として取り付け、4分間、 300 mA の電流を流す。

操作3 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を4分間の電気分解後の陰極板の質量とする。

操作4 再び、質量を測定した銅板を陰極として取り付け、8分間、 300 mA の電流を流す。

操作5 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を12分間の電気分解後の陰極板の質量とする。

操作6 再び、質量を測定した銅板を陰極として取り付け、8分間、 300 mA の電流を流す。

操作7 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を20分間の電気分解後の陰極板の質量とする。

結果

測定を行なった結果を表2に示す。

表2: 300 mAの電流で行なった電気分解における陰極板の質量 [g]

電気分解の経過時間 [分]	陰極板の質量 [g]
0	36.267
4	36.291
12	36.338
20	36.384

- 問1 銅板を電極として、硫酸銅水溶液を電気分解すると、陰極に銅が析出し、陽極の銅板は溶解する。このとき、陰極の質量増加分と陽極の質量減少分を比べたときに、必ずしも、この2つの値は等しくない。その要因として考えられることを1つだけ解答欄に記しなさい。
- 問2 表2に示された電気分解の経過時間 [分] と析出した質量 [g] の関係を示すグラフを、解答用紙にあるグラフ用紙に描きなさい。
- 問3 描いたグラフより、電気分解の経過時間 [分] の値 T を用いて、析出した銅の質量 [g] の値 m を表す式を解答欄に記しなさい。なお、数値は有効数字2桁で記しなさい。
- 問4 問3で求めた式を用いて、ファラデー定数 F [C/mol] を求め、有効数字2桁で解答欄(a)に答えなさい。また、導出の過程を解答欄(b)に記しなさい。なお、銅の原子量の値は63.6としなさい。
- 問5 この実験を行う際に気をつけなければならないことがいくつかあるが、その中から1つだけ解答欄に記しなさい。

令和4年度（2022年度）東北大学

A〇入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<選択問題 3>

令和3年11月6日

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

B2

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下の文章を読んで問 1～問 7 に答えよ。

①植物の形質転換に用いられるアグロバクテリウムは、もともと根頭がんしゅ病という植物病害の病原体であり、植物に感染すると、②クラウンゴールとよばれる、植物の細胞が異常に細胞分裂した腫瘍しゅようのような組織を形成させる。これはアグロバクテリウムが、自身のもつプラスミド DNA の T-DNA 領域に含まれる 生合成遺伝子と 生合成遺伝子を植物のゲノムに挿入し、発現させることで と の異常産生を誘導するためであり、過剰に生産された と は植物の異常な細胞分裂を誘導し、クラウンゴールの形成に至る。

植物病原体が植物ホルモンを用いて植物に異常な生育を誘導する例は他にも存在する。 は、細胞の肥大成長を抑え、茎の伸長成長を促進する植物ホルモンとして知られるが、もともとは黒沢英一や藪田貞治郎やぶたの研究によってイネばか苗病菌なえびょうきんの毒素として発見されたものである。カビのなかまであるイネばか苗病菌がイネの苗に感染すると、ばか苗病菌が産生する によってイネの苗が異常に伸長してしまう。ばか苗病菌が感染したイネは種子が形成されなくなることや枯死することがあるため、収量減少の原因となる。

一方で植物ホルモンは植物の病虫害抵抗性にも重要な役割をもつことが知られている。 は、害虫の食害によって合成が誘導され、タンパク質分解酵素阻害物質を蓄積させることで、昆虫の消化酵素の働きを阻害し、さらなる害虫による食害を防ぐことができる。さらに、 は③エチレンとともに病原菌に対する抵抗性応答にも重要な役割をもち、抗菌性ペプチドの蓄積を誘導するなどの作用もある。また、④植物のウイルスなどに対する抵抗性反応では、感染部位の周辺細胞が自発的に細胞死を起こす応答が知られている。このようなウイルス抵抗性には別の植物ホルモンであるサリチル酸が関与することが知られている。病原体の感染戦略は多様なので、植物は病原体の種類によって異なる植物ホルモンを利用して、有効な抵抗性反応を効果的に誘導していると考えられている。その他、⑤気孔は病原体が侵

入する入口の1つであるため、病原体の攻撃を感知したあと、速やかに閉じるのも植物が病原体から身を守る戦略の1つである。この気孔の開閉の制御にも植物ホルモンである「オ」が関与しており、病原体感染が認識されると「オ」が孔辺細胞に作用し、浸透圧制御を介して速やかに気孔を閉じさせる。

問1 下線部①について、アグロバクテリウムを用いて抗生物質耐性遺伝子をシロイヌナズナに形質転換し^(注1)、抗生物質耐性を指標に形質転換体の選抜を行った。以下の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 多くの形質転換体の系統^(注2)では抗生物質耐性が獲得されるという形質のみ導入されたが、抗生物質耐性を獲得した形質転換系統の中に、1系統だけアルビノ^(注3)が現れた。この結果がアグロバクテリウムを用いた形質転換に起因すると仮定して、その原因を説明せよ。
- (2) アグロバクテリウムを感染させた植物から得た種子の中から形質転換体を1個体選び、その自家受粉により得た種子について抗生物質耐性を調べた。その結果、210個体が抗生物質耐性を示し、14個体が耐性を示さなかった。選んだ個体の系統では抗生物質耐性遺伝子がどのように挿入されていたと考えられるか説明せよ。

(注1) シロイヌナズナの形質転換では、アグロバクテリウムを花に感染させることで、組織培養を経ずに形質転換体の種子(独立した系統^(注2)とみなせる)を得ることができる。従って形質転換体の選抜は、アグロバクテリウムを感染させた植物から取った種子を抗生物質入りの培地上に無菌的にまくことで行える。

(注2) ここでは、1つの形質転換細胞に由来する形質転換体の子孫を系統とよび、系統ごとにT-DNAが挿入された位置や数が異なるとみなせる。

(注3) アルビノ：色素合成の異常により一部または全体が白色化した変異体。植物の場合、葉緑体の色素であるクロロフィル合成に関わる遺伝子や葉緑体形成に関わる遺伝子の機能異常によって現れることがある。

問 2 組織培養によって形成されたカルスは未分化な細胞が増殖し続ける点では下線部②のクラウンゴールと類似している。表 1 は、組織培養用の基本培地^(注 4)に植物ホルモンを添加した 4 種類の培地上で組織片(タバコの茎の髄由来の外植片)を組織培養した結果を示したものである。以下の(1)～(3)に答えよ。

表 1

	培地 A	培地 B	培地 C	培地 D
植物ホルモン ア	3 mg/L	3 mg/L	0.03 mg/L	0 mg/L
植物ホルモン イ	0.2 mg/L	0.02 mg/L	1 mg/L	0 mg/L
組織片の培養後の観察結果	カルス形成	X	茎と葉の形成	Y

- (1) 培地 B で培養した組織片の観察結果 X を記せ。
- (2) 培地 D で培養した組織片の観察結果 Y を記せ。
- (3) アグロバクテリウムを除菌したクラウンゴールを培地 D で無菌培養した場合、どのような観察結果になると予想されるか記せ。

(注 4) ショ糖, 無機塩類, アミノ酸類, ビタミンなどの植物細胞の栄養として必要な物質をすべて含む寒天培地。

問 3 以下の実験は ア の植物ホルモンの生理作用を示すためにオートムギの芽生えを用いて行われたものである (図 1)。この実験に関して (1) ~ (4) に答えよ。

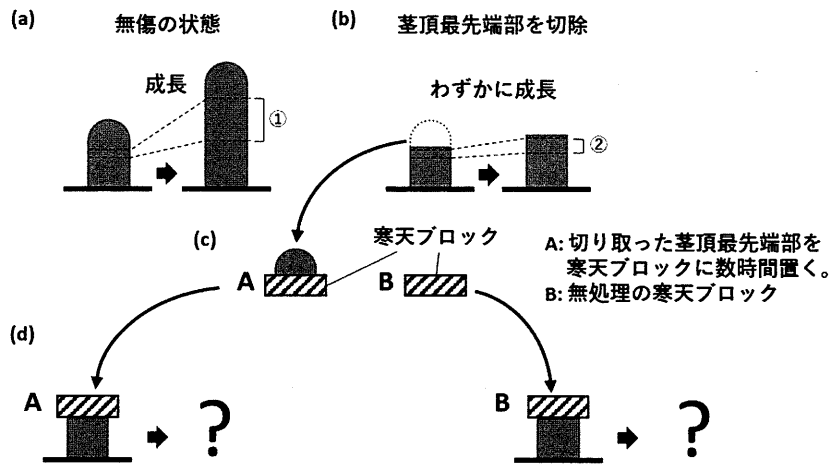


図 1 [図の説明 (a) ~ (d) を以下に記載する]

- (a) オートムギの芽生えを無傷の状態に培養すると、茎頂直下部で細胞伸長により縦方向に急速に成長する。
- (b) オートムギの芽生えの茎頂最先端部を切除して培養すると、芽生えはわずかに成長するのみとなる。
- (c) 切り取った茎頂先端部を上に乗せて数時間置いた寒天ブロック A と無処理の寒天ブロック B を用意した。
- (d) 寒天ブロック A, B を茎頂先端部を切除したオートムギ芽生えの上にそれぞれ乗せて培養した。

- (1) (d) の培養後、予想される実験結果を図示せよ。(語句による補足も可)
- (2) (1) で図示した結果になるしくみを説明せよ。
- (3) (a) の①と (b) の②の部分は、培養前には同じ位置、同じ大きさだった。培養後に①と②を比較したところ、太さは同じであったが、①の長さは②の約 3 倍であった。培養後の①と②の部分に含まれる総 DNA 量の比較結果を説明せよ。
- (4) 寒天ブロック B を使った実験が必要な理由を説明せよ。

問 4 ～に入る植物ホルモンの名称を記せ。

問 5 下線部③のエチレンも植物の成長を制御する重要な植物ホルモンである。エチレンの作用として正しい記述をア～カの中からすべて選んで記号で示せ。

- ア. 密閉した容器の中に熟したバナナと未熟なバナナを置いておくと、熟したバナナから生成されたエチレンの作用によって未熟なバナナの成熟が促進される。
- イ. ブドウの若い房にエチレン処理をすると種なしブドウができる。
- ウ. エチレンの作用を阻害したカーネーションでは老化が抑えられ、花が長持ちする。
- エ. コムギの種子にエチレン処理をすると発芽が促進される。
- オ. アサガオの芽生えにエチレン処理をすると花芽形成が誘導される。
- カ. 風に吹かれるなどの機械的刺激はトマト苗の茎のエチレン産生を抑制し、これにより肥大成長が促進されるため茎が太くなる。

問 6 下線部④について、細胞死がウイルス抵抗性に有効な理由を説明せよ。

問 7 下線部⑤の気孔は植物にとって外界との物質交換をする重要な器官である。初夏の晴れた日中、水分が十分な条件では、アサガオの気孔においてどのような物質交換が行われると考えられるか説明せよ。

2 [1], [2]は植物の生殖に関する文章である。以下の問1～問8に答えよ。

[1] ①花が咲き、②種子をつける植物を種子植物という。種子は種子植物(裸子植物・被子植物)にのみ形成される。種子は③胚と胚乳を種皮で包んだものである。

④裸子植物の一部では、鞭毛をもつ精子が形成されるが、被子植物では鞭毛をもたない精細胞がつくられる。被子植物では、受粉がおこるとめしべの柱頭に付着した花粉が発芽し、花粉管が胚珠の内部の胚のうに向かって伸びていく。花粉管の内部には2個の精細胞があり、1つは卵細胞と受精し胚になる。もう1つは中央細胞と融合し胚乳になる。この現象を⑤重複受精という。

問1 下線部①に関連して、多くの被子植物では花弁が発達している。繁殖における花弁の役割を1つ答えよ。

問2 下線部②に関連して、種子には温度や水分が適切であっても光が照射されないと発芽しないものがある。この性質は発芽後の植物の生活においてどのような利点があると考えられるか記せ。

問3 下線部③にある胚と胚乳を種皮で包むことの利点を1つ記せ。

問4 下線部④にある精子が作られる裸子植物の例を2つ記せ。また、裸子植物の胚乳の核相を記せ。

問5 下線部⑤の被子植物が重複受精を行うことの利点として裸子植物との違いから考えられることを記せ。

[2] 花粉の発芽について、異なる2種の植物(植物A, 植物B)を用いて、[実験I]を行った。

[実験I] 以下の(a)～(d)に示した異なる条件で、植物Aの花粉の発芽を観察し、発芽率を50時間ごとに記録し図1に示した。

(a) ショ糖を含む寒天培地上に花粉をまくと、300時間後までにほぼすべての花粉が発芽し、花粉管が伸長した。(折れ線a)

(b) ショ糖および植物Aとは同種であるが異なる個体のめしべの柱頭

の粘液を含む寒天培地上では、150 時間後までにほぼすべての花粉が発芽し、花粉管が伸長した。(折れ線 b)

(c) ショ糖および植物 B のめしべの柱頭の粘液を含む寒天培地上では、250 時間後までに多くの花粉が発芽し花粉管が伸長した。(折れ線 c)

(d) ショ糖および花粉を得た植物 A と同一のめしべの柱頭の粘液を含む寒天培地上では、300 時間後でもほとんどの花粉が発芽しなかった。(折れ線 d)

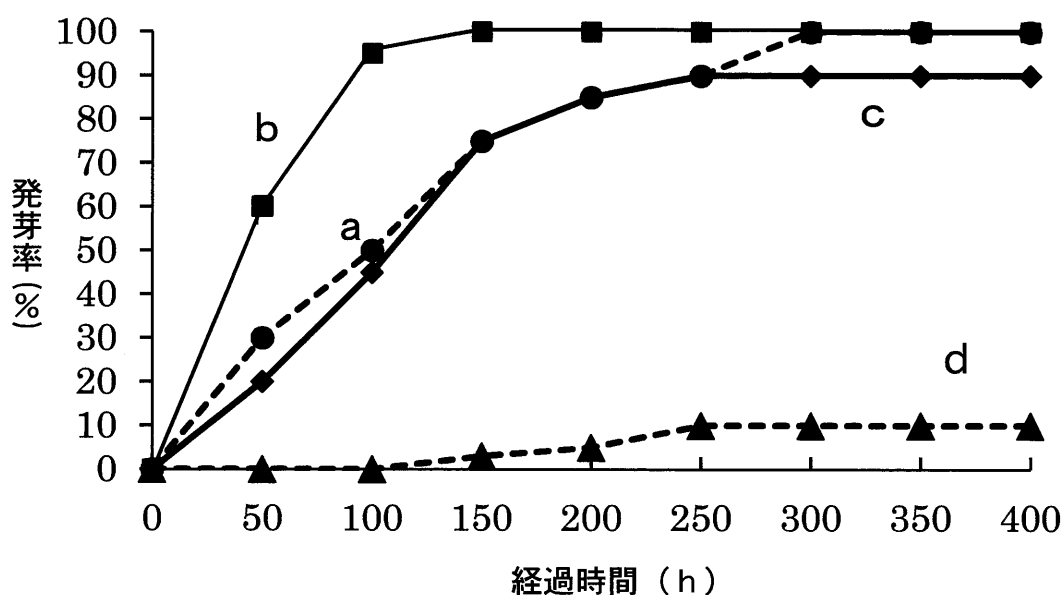


図 1

問 6 実験 I において、寒天培地にショ糖を加えているがそれはなぜか。理由を 2 つ記せ。

問 7 実験 I の結果から考えられる植物 A がもつしくみを何というか。その名称を記せ。

問 8 花粉管誘引物質の解明に関する文章を読み、以下の (1) ~ (2) に答えよ。

2001 年、東山哲也らは、胚のうの一部が裸出しているトレニアという植物を用いて、胚珠内の細胞をレーザーで破壊し、花粉管がどの細胞に誘引されるのかを調べた。その結果を表 1 に示した。

表 1

胚のう の状態	各細胞の存在				誘引頻度
	卵細胞	中央細胞	助細胞		
破壊なし	+	+	+	+	98%
1細胞 破壊	-	+	+	+	94%
	+	-	+	+	100%
	+	+	-	+	71%
2細胞 破壊	-	-	+	+	93%
	-	+	-	+	67%
	+	-	-	+	71%
	+	+	-	-	0%

(+は存在する, -は存在しないことを示す。)

- (1) 2細胞を破壊する実験からどのようなことがわかるか。表1から得られる結果をもとに、理由を示しながら説明せよ。
- (2) これにかかわる誘引物質は、発見者の東山哲也らにより「ルアー」と名づけられた。その後、「ルアー」は種によって異なることが明らかにされた。そこで、ある種の植物の柱頭に、それと同種の植物の花粉を含む複数種の花粉がついた場合、どのようなになるか記せ。

3 次の[1]，[2]の文章を読み，問1～問8に答えよ。

[1] 動物の体内でつくられ，体外に分泌し，同種^の他個体に作用する物質をフェロモンという。カイコガ（成虫）は，雄が激しく羽ばたきながら雌に近づいて交尾をする。この一連の行動は婚礼ダンスとよばれ，性フェロモンによって起こるとされている。そのことを確かめるために，実験1～実験4をそれぞれ別のカイコガを用いて行った。以下の問1～問5に答えよ。

実験1 実験台の上に雌のカイコガを置き，約10 cm 離れたところに雄を放して，行動を観察した。その結果，はじめに雌が尾部の先端から側胞腺を突出させ，しばらくして雄が羽を激しくばたつかせながら雌に接近した。また，両眼を黒エナメルで塗りつぶした雄を用いて同様の観察を行った場合でも，雄，雌ともに同じ行動が観察された。

実験2 ①～④の操作を行った。

- ① カイコガの雄と雌を1個体ずつ別々のビーカーに入れて，アルミニウム箔^{はく}で密閉したものを近づけておき，雄の反応を観察した。
- ② ビーカーに入れた雄に新しいろ紙の小片を近づけて，雄の反応を観察した。
- ③ ビーカーに入れた雄に雌の尾部以外の部分にこすりつけたろ紙の小片を近づけて，雄の反応を観察した。
- ④ ビーカーに入れた雄に雌の尾部にこすりつけたろ紙の小片を近づけて，雄の反応を観察した。

結果 ①，②，③では雄は特別な反応を示さないが，④では激しく羽をばたつかせて婚礼ダンスを始めた。

実験3 触角を両方とも基部から切断した雄を雌から10 cm 離れた場所に置いたところ，雄は雌に反応を示さなかった。一方，触覚の片方だけを基部から切断した雄を雌から10 cm 離れた場所に置いたところ，雄は羽を激しくばたつかせたが雌にたどり着けな

った。

実験 4 羽を切り落とした雄を、実験 1 と同じように放して行動を観察したところ、雄は雌にたどりつくことはできなかった。羽を切り落とした雄に向かって雌の方からうちわで風を送ったところ、雄は雌にたどり着くことができた。

問 1 実験 1 は、無風に近い状態で行い、かつ雌の露出時間をなるべく短くする必要がある。その理由を記せ。

問 2 実験 1 と実験 2 の結果から考えられる記述として適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

ア 雄は雌の全身から分泌される物質に反応している。

イ 雄は雌の特定の部位から分泌される物質に反応している。

ウ 雄は雌の羽ばたきに反応している。

エ 雄は雌の分泌物に慣れてしまうためすぐに反応しなくなる。

オ 雌は雄の羽ばたきに反応して分泌物を放出する。

カ 雄が雌に反応するには、雌の分泌物が空気中を拡散することが必要である。

問 3 密閉したビーカーに入れた雌と、雌の尾部にこすりつけられたろ紙を実験台において雄を放すと、雄はどちらに近づくと考えられるか。理由とともに記せ。

問 4 実験 1 ～ 実験 3 の結果から考えられる記述として適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

ア 雄の触角は雌を検知するために必要であり、雌にたどり着くためにも必要である。

イ 雄の触角は雌を検知するために必要であるが、雌にたどりつくためには必要でない。

ウ 雄の触角は雌を検知するために必要でない。

エ 雄の触角には視細胞が存在する。

オ 雄の触角には嗅細胞が存在する。

カ 雄の触角には聴細胞が存在する。

問 5 実験 4 の結果から考えられる記述として最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア 雄の羽には、雌が放出する刺激に対する受容器が存在する。
- イ 雄の羽ばたきは、風の流れを作って雌のいる方向を検知するために必要である。
- ウ 雄の羽ばたきは、雌が放出する分泌物以外の物質を拡散させるために必要である。
- エ 雄の羽ばたきは、雌にたどり着くための歩行に必要である。
- オ 雄の羽は雌を探して飛ぶために必要である。

[2] 次の問 6～問 8 に答えよ。

行動には、遺伝的プログラムによって決まっている定型的な 行動と、経験を積んで初めてできる 行動がある。動物が特定の方向を定める や、個体間で情報をやりとりするコミュニケーションなどは、学習や経験がなくとも生じ、遺伝的な影響を強く受け、社会性昆虫で発達している。例えばアリでは、^{えさ}餌場を探しあてた働きアリは自分のコロニーに戻るときに フェロモンとよばれる化学物質を地表に残し、なかまのアリを餌場へと誘導する。また、外敵に遭遇したときに分泌される フェロモンはなかまに危険を知らせる。

ミツバチでは、ダンスを踊ることで個体間コミュニケーションをとる。ミツバチの働きバチは蜜のある花(餌場)を見つけると巣箱に飛んで帰り、巣板の垂直面でダンスをすることで、餌場のある方向や距離を知らせている。これを見た他の働きバチは、踊りから餌場の位置を把握する。餌場までの距離が巣箱から 100 m より短いときは円形ダンス、遠くにあるときは 8 の字ダンスを繰り返す。図 1 に示した 8 の字ダンスには、餌場までの距離と方向に関する情報が含まれている。距離の情報は 8 の字ダンスの回数によって伝えられる。方向の情報は 8 の字ダンスの向きによって伝えられ、巣箱からみた太陽の方向と餌場の方向とがなす角度が、鉛直方向(重力とは反対方向)とダンスの直進部分の方向とのなす角度に相当する。こ

のような行動はミツバチに太陽から一定方向を知る能力があるからで、このしくみを という。

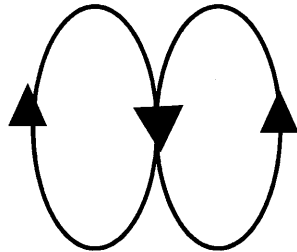


図1 ミツバチの8の字ダンス

※ 矢印の向きは8の字ダンス中の働きバチの進行方向を示す。

問6 ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

問7 働きバチがなかまに伝える餌場から巣箱までの距離は、巣箱から餌場に向かうときに体内で消費したグルコースの消費量によって決められている。もし、餌場に向かうとき向かい風であったと仮定すると、その後、巣箱に帰った働きバチはなかまにどのような情報を伝えると考えられるか。次のア～オの中から適切なものを1つ選び記号で答えよ。

ア 餌場までの方向は正しいが、実際より短い距離を伝える。

イ 餌場までの方向は正しいが、実際より長い距離を伝える。

ウ 餌場までの方向は誤っているが、正しい距離を伝える。

エ 餌場までの方向は誤っており、実際より短い距離を伝える。

オ 餌場までの方向は誤っており、実際より長い距離を伝える。

問8 同じミツバチが2時間後には最初の方向と 30° ずれてダンスをした。その理由を記せ。

令和4年度（2022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3年11月6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	15:20～16:50 (90分)	12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12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. 解答は、日本語で記入してください。
6. 「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。
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」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。

C2345

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

Good writing, whether in an article, a story, or a business statement, must be clear, accurate and vivid. Whether you are clear or not, depends to a considerable degree upon the clearness of your structure, but your accuracy and vividness depend upon the words you use.

Your words must fit the exact shade of your meaning. Ill-chosen words, words that are vague or misleading, give away the fact that you have been too lazy to think clearly what you are trying to say or else that you don't quite know what words mean. The only satisfactory way to enlarge a poverty-stricken vocabulary is to read widely. ⁽¹⁾You really come to know words and their shades of meaning only by meeting and getting acquainted with them in their proper context, for the sense for words is an instinctive feeling rather than any self-conscious and laborious attainment.

There is rarely more than one right word to express an idea exactly. See that you get that one right word.

According to Gustave Flaubert, one of the great masters of realism, success in expression depends upon getting the one right word and conveying by it that individual quality of a thing which distinguishes it from all others. He said to his friend and disciple Guy de Maupassant: "Whatever the thing you wish to say, there is but one word to express it, but one verb to give it movement, but one adjective to qualify it; you must seek until you find this noun, this verb, this adjective....When you pass a grocer sitting in his doorway, a porter smoking a pipe, or a cab stand, show me that grocer and that porter... in such a way that I could never mistake them for any other grocer or porter, and by a single word give me to understand wherein one cab horse differs from fifty others before or behind it." Perhaps Flaubert exaggerated a little for emphasis, but ⁽²⁾ the principle is sound. This word game is a fascinating game-and worth the trying.

Nouns, and verbs are the bones and muscles of speech. Nouns build up the bony structure of the sentence, verbs produce motion. The more concrete nouns and active verbs you use, the more forceful your writing. The novice naturally imagines that piling up adjectives adds definiteness and that sticking in adverbs adds intensity, but it is usually just the other way

round. Adjectives and adverbs are often necessary to complete your meaning and make it exact, but they lessen the force of the sentence unless you dole them out stingily as a miser doles out gold. When you divide your reader's attention between a noun and its qualifying adjectives, or between a verb and its adverbs, you decrease the force of the impression which that noun and that verb would normally make. The fewer the words used, the more concentrated the attention; and the greater the concentration, the greater the power. For this reason two or three adjectives pyramided upon each other's shoulders decrease the force of the impression instead of adding to it. At first sight this may not seem reasonable, but it is true.

"(3) The adjective," said Voltaire, "is the enemy of the noun."

Reduce your adjectives and adverbs to a minimum by choosing your nouns and verbs so carefully that they don't need outside assistance in order to convey your meaning. In emotional prose a large number of adjectives may be needed to supply color, but it is well to remember that even here adjectives thrown into the predicate—that is, attached to the subject by a verb—make a sharper impression than those that immediately qualify a noun.

(Excerpts from THE GOLDEN BOOK ON WRITING by David Lambuth, et al., copyright ©1963 by S. Heagan Bayles; Copyright © 1964, renewed 1992 by The Viking Press, Inc. on Introduction. Used by permission of Viking Books, an imprint of Penguin Publishing Group, a division of Penguin Random House LLC. All rights reserved.より一部改変)

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2)の the principle とは何か、簡潔に述べなさい。

問3 下線部(3)はどのようなことを意味しているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

問4 著者は noun と verb についてそれぞれどういうものだと言っているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

2 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

At present, there are approximately 7 billion people living in the world and this number is undoubtedly expected to rise to approximately 8 billion around 2020. With the expected rise in worldwide population, there is increasing environmental damage as a consequence of rapid growth in industrialization and urbanization. Moreover, it is a significant challenge to feed the large population at present which inevitably will increase with time. Regardless, (1) the enormous use of chemical fertilizers in agriculture makes the country self-dependent in providing large amount of food supply but simultaneously damages the environment to a great extent and causes harmful impacts on living beings. The *indiscriminate uses of chemical fertilizer shows great threat to nature by polluting air, water, and soil. Since these hazardous chemicals cannot be taken up by the plants, they start accumulating in ground water and some of these chemicals are also responsible for causing *eutrophication of water bodies. These chemicals adversely affect soil in terms of depletion of water holding capacity, soil fertility, increased salinity, and disparity in soil nutrients.

A (2) biofertilizer is a substance which contains living microorganisms which when applied to seeds, plants, or soil, colonizes the *rhizosphere or the interior of the plants and promotes plant growth by increasing the supply of nutrients to the host plant. Biofertilizers are widely used to accelerate those microbial processes which augment the availability of nutrients that can be easily assimilated by the plants. They improve soil fertility by fixing the atmospheric nitrogen and solubilizing insoluble *phosphates and produce plant growth-promoting substances in the soil. These biofertilizers have been promoted to harvest the naturally available biological system of nutrient mobilization which enormously increases soil fertility and ultimately, crop yield.

(3) Indiscriminate use of chemical fertilizers to meet the growing demand of food supply has undoubtedly led to contamination and severely damaged microbial habitats and friendly insects. Nonetheless, the outcome of using excess chemical inputs has made the crops more prone to diseases and reduced soil fertility. It is estimated that by 2020, to achieve the target production of 321 million tons of food grain to feed 8 billion populations around the

world, the requirement of nutrients will be 28.8 million tons while the availability will be only 21.6 million tons, creating a shortage of about 7.2 million tones of required nutrients. To feed the growing population with the deficit amount of available nutrients, the world certainly needs to flourish agricultural productivity and that too indeed in a sustainable and ecofriendly way. Considering the hazardous effects of chemical fertilizers, biofertilizers are supposed to be a safe alternative to chemical inputs and minimizes ecological disturbance to a great extent. Biofertilizers are cost-effective, ecofriendly in nature, and their prolonged use enhances soil fertility substantially. It was reported that the use of biofertilizers elevate crop yield around 10-40 % by increasing contents of proteins, essential amino acids, vitamins, and nitrogen fixation. The benefits of using biofertilizers includes cheap source of nutrients, excellent suppliers of micro chemicals and micronutrients, suppliers of organic matter, secretion of growth hormones, and counteracting negative impact of chemical fertilizers. Different microbes are vital components of soil and they play a crucial role in various biotic activities of the soil ecosystem which make the soil dynamic for nutrient mobilization and sustainable for crop production.

(4) Plant growth-promoting bacteria includes those bacteria that are free-living, and form specific symbiotic relationship with plants, bacterial endophytes that can colonize at some portions of plant tissue, and *Cyanobacteria. Although all the bacteria are distinct from each other in various ways, they all exhibit the same mechanisms while promoting bacterial growth. They may promote growth directly by either facilitating resource acquisition or modifying plant hormone levels and indirectly by reducing the inhibitory effects of various pathogenic agents on plant growth and development.

(Adapted from "Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development" by Trishna Mahanty et al; Springer Nature. Copyright © 2016, Springer Nature.より一部改変)

*indiscriminate : 無差別 *eutrophication : 富栄養化 *phosphates: リン酸塩
*rhizosphere : 根圏 (植物の根の分泌物と土壤微生物とによって影響されている土壤空間である)
*Cyanobacteria: ラン藻類

- 問1 下線部 (1) によって生じるメリットとデメリットは何か，本文に即して説明しなさい。
- 問2 下線部 (2) の biofertilizer (生物肥料) とは何か，本文に即して説明しなさい。
- 問3 下線部 (3) を日本語に訳しなさい。
- 問4 下線部 (4) に関して直接作用および間接作用のメカニズムについて説明しなさい。

——このページは白紙——

3 次の Alzheimer's disease (アルツハイマー病) と obese (肥満) の関係についての英文を読み、以下の問いに答えなさい。

[I] Our latest research has now shown that being overweight or obese negatively affects brain health, especially in the regions most vulnerable to the effects of Alzheimer's disease. This could potentially *exacerbate symptoms of Alzheimer's disease should it develop.

Our study looked at 57 people who were healthy and had no sign of Alzheimer's, 68 patients who had mild *cognitive impairment but could still function normally in everyday life, and 47 patients with a clinical diagnosis of Alzheimer's *dementia. We took measurements of each participant's *body mass index and *waist circumference to determine whether they were a normal weight, overweight or underweight. We then invited all participants to have an *MRI scan to measure the structure of their brain (such as its volume and the number of connecting fibres), as well as its function, as measured by blood-flow levels.

[II] Our findings showed that in overweight or obese people who had no or mild cognitive impairment, the more excess weight they carried, the greater their levels of brain cell loss and the lower their brain blood flow. We also found some damage to fibres that connect brain cells. All of these changes affect mental functions, including how well we remember things and our ability to do everyday tasks.

We also found that these changes occurred in the *frontal, temporal and parietal brain regions. Not only do these regions play an important role in memory, planning and interpretation of the visual world, they're also areas where Alzheimer's causes the greatest amount of cell loss and decreased blood flow.

Interestingly, in patients with a clinical diagnosis of Alzheimer's disease, the healthier their weight, the less they showed brain cell loss. This suggests that maintaining a healthy weight after being diagnosed with dementia may help patients preserve more brain cells for longer, slightly slowing progression of the disease.

[III] Our findings show how complex the relationship between maintaining a healthy weight and brain health is. While our study doesn't show obesity or excess weight to be a direct cause of Alzheimer's disease, the findings do suggest that being overweight or obese throughout a person's lifetime lowers the brain's *resilience to the damaging effects of the disease. This results in more severe symptoms and faster decline in those who develop Alzheimer's.

Our study also highlights the importance of looking after our weight from an early age to avoid the negative effects of excess weight on the brain. This is especially important after middle age, where the risk of developing Alzheimer's disease increases considerably – and because damage to the brain is usually not reversible and accumulates over time.

Although the cause of Alzheimer's disease is not known, we know that a number of factors can increase our risk of developing it – excess weight being one of them. Obesity puts a severe strain on the *cardiovascular system and damages the brain *vessels' walls.

This in turn results in high levels of *inflammation, *toxicity to brain cells, and lower metabolism and blood flow in the brain. Our study adds to the large body of evidence that indicates the damaging effects of obesity on the *vascular system worsen some of the mechanisms that cause Alzheimer's disease.

There's still no cure for Alzheimer's disease, which is why it's important to take as many precautions as possible from an early age to prevent the likelihood of developing it.

(Adapted from "Alzheimer's disease: obesity may worsen its effects - new research" by Matteo De Marco, The Conversation, February 1, 2021. Copyright©2021, The Conversationより一部改変)

*exacerbate: 悪化させる

*cognitive impairment: 認知機能障害

*dementia: 認知症

*body mass index: ボディマス指標 (BMI: 体重と身長から算出される肥満度を表す体格指数)

*waist circumference: 腹囲

- *MRI scan: 核磁気共鳴を利用した画像化法
- *frontal, temporal and parietal brain regions: 前頭, 側頭, 頭頂部の脳領域
- *resilience: 回復力
- *cardiovascular system: 心臓血管系
- *vessel: 血管
- *inflammation: 炎症
- *toxicity: 毒性
- *vascular system: 脈管系

問1 この英文で紹介されている研究ではどのような調査が行なわれたか, [I]の部分の内容に即して日本語200字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。

問2 問1の調査の結果により, どのようなことがわかったか, [II]の部分の内容に即して, 日本語で4点説明しなさい。

問3 以下の (a) ~ (e) のうち, [III]の内容と合っていると判断できるものを一つ選び記号で答えなさい。

- (a) 本研究の結果は, 標準的な体重の維持は脳の健康に関与しないことを示した。
- (b) 本研究では, 肥満がアルツハイマー病の直接的な原因の一つであることを示した。
- (c) 本研究の結果は, 脳に対する肥満の負の影響を避けるために, 早い時期から体重を管理する重要性を強調している。
- (d) 肥満は, 心臓血管系に深刻な負担をかけるが, 炎症の増強や脳細胞に対する毒性の誘導には関わらないとされている。
- (e) 本研究により, アルツハイマー病の治療法が発見された。