

令和4年度 AO入試問題集 (医学部医学科)

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／学科	試験時間	ページ数
医学部医学科	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 以下の問いに答えよ。

(1) 次の不等式を満たす実数 x の範囲を求めよ。

$$\log_{2x+1}(32 - 4^x) > 0$$

(2) 次の連立方程式を解け。ただし、 $x > 0$, $y > 0$ とする。

$$\begin{cases} \frac{1}{2} \log_{10} x + \frac{1}{2} \log_{10} y - \log_{10}(4 - \sqrt{x}) = 0 \\ (25\sqrt{x})^{\sqrt{y}} - 125 \cdot 5\sqrt{y} = 0 \end{cases}$$

2 複素数平面上の2点 $1+i$, $-2+3i$ を通る直線を L とする。ここで、 $i = \sqrt{-1}$ である。

(1) 直線 L 上の任意の複素数 z が

$$z = \alpha \bar{z} + \beta$$

を満たすような複素数 α , β を求めよ。ここで、 \bar{z} を z の共役複素数とする。

(2) $1-i$ を中心とする円が直線 L に点 P において接する。この円の半径と接点 P を求めよ。

- 3 赤玉 1 個のみが入った袋 C_0 と、それぞれ白玉 1 個のみが入った n 個の袋 C_1, C_2, \dots, C_n に対して、

$$C_0 \rightarrow C_1 \rightarrow C_2 \rightarrow \dots \rightarrow C_{n-1} \rightarrow C_n \rightarrow C_{n-1} \rightarrow C_{n-2} \rightarrow \dots \rightarrow C_1 \rightarrow C_0$$

なる列を考える。列が示すように、始めに、 $k = 0, 1, \dots, n-1$ の順に各 $C_k \rightarrow C_{k+1}$ において、 C_k から無作為に玉を 1 個取り出して C_{k+1} へと入れる操作を行う。次に、 $k = n, n-1, \dots, 1$ の順に各 $C_k \rightarrow C_{k-1}$ において、 C_k から無作為に玉を 1 個取り出して C_{k-1} へと入れる操作を行う。

この試行で最終的に袋 C_0 に赤玉が入っている確率を p_n とし、 k が奇数であるようないずれかの C_k に赤玉が入っている確率を q_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) 極限值 $\lim_{n \rightarrow \infty} q_n$ を求めよ。

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。このとき、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／学科	試験時間	問題冊子数
医学部医学科	13:00～14:20 (80分)	3冊

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この封筒を開いてはいけません。
- この封筒には、「問題冊子」3冊、「解答用紙」3種類、「メモ用紙」1冊、「定規」1個が入っています。
- 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：

<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

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

令和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／学科	試験時間	ページ数
医学部医学科	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] として、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。

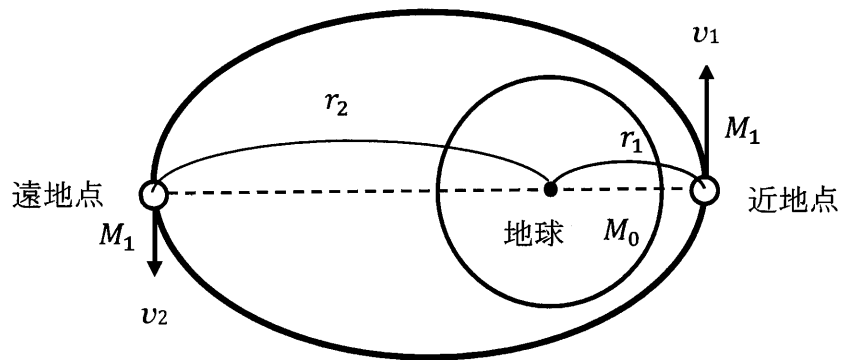


図1

- 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。

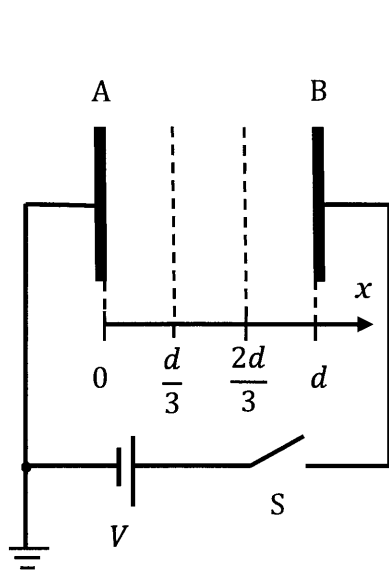


図2

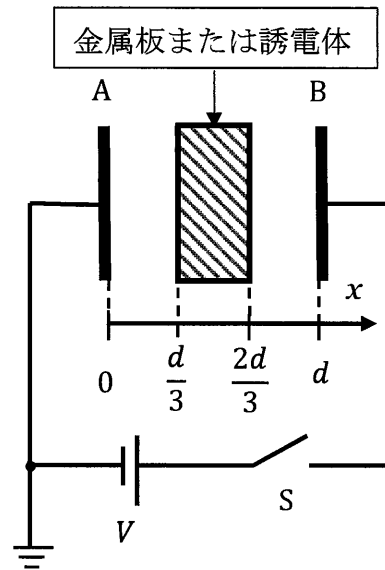


図3

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。

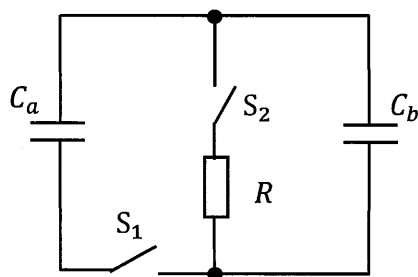


図4

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／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	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 弱酸 HA の電離定数 K_a の値を測定するために、次に示す操作 1 から 6 をこの順番で行った。それぞれの操作および測定の方法についての下記の記述を読み、次のページにある問 1 から問 5 に答えなさい。なお、pH の測定値の有効数字は 2 桁である。

操作 1 弱酸 HA の 0.100 mol/L 水溶液 (溶液 I)，水酸化ナトリウムの 0.100 mol/L 水溶液 (溶液 II) を用意した。

操作 2 ビュレットにロートを使って溶液 II を入れ、滴下量を正しく測定できるようにした。

操作 3 溶液 I 10.0 mL をコニカルビーカーに入れ、フェノールフタレインを指示薬として加えた。

操作 4 操作 3 で用意したコニカルビーカー内の溶液に、操作 2 で用意したビュレットから溶液 II を指示薬のわずかな呈色が見られるまで滴下した。

操作 5 コニカルビーカー内の呈色した溶液に、溶液 I を 10.0 mL 加えた。

操作 6 コニカルビーカー内の混合溶液の pH を測定したところ、5.0 であった。

(測定の原理)

弱酸 HA と塩 BA の混合溶液がある。弱酸 HA の電離定数は K_a ，この混合溶液における弱酸 HA の濃度は C [mol/L]，塩 BA の濃度は S [mol/L] とする。また、弱酸 HA と塩 BA は次のように電離する。



このときの混合溶液では、次の (3) から (6) 式が成り立つ。

$$\text{濃度の関係: } [\text{A}^-] + [\text{HA}] = \boxed{\text{ア}} + \boxed{\text{イ}} \quad (3)$$

$$\text{濃度の関係: } [\text{B}^+] = \boxed{\text{イ}} \quad (4)$$

$$\text{電荷の関係: } [\text{B}^+] + [\text{H}^+] = [\text{A}^-] + \boxed{\text{ウ}} \quad (5)$$

$$\text{平衡の関係: } K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (6)$$

(3), (4), (5) 式より、 $[\text{A}^-]$, $[\text{HA}]$ を表す式を作り、(6) 式に代入する。

$$K_a = \frac{\boxed{\text{エ}} (\boxed{\text{イ}} + \boxed{\text{エ}} - \boxed{\text{ウ}})}{\boxed{\text{ア}} - (\boxed{\text{エ}} - \boxed{\text{ウ}})} \quad (7)$$

ここで、 $C \gg$ \gg , $S \gg$ \gg より、

$$K_a = \frac{\frac{\text{イ}}{\text{ア}}}{\text{エ}} \times \text{エ} \quad (8)$$

が導かれる。

問 1 操作 2 の下線部のために、「溶液 II をビュレットに入れたのちの滴定を始めるまでの作業」において、どのようなことに注意しなければならないか。注意すべきことがいくつかあるが、その中から 2 つを解答欄に記しなさい。

問 2 測定の原理を述べた文中の空欄 から に適するものを下記より選び、解答欄 から に記入しなさい。

C , S , $[HA]$, $[H^+]$, $[B^+]$, $[A^-]$, $[OH^-]$

問 3 操作 6 のコニカルビーカー内にある溶液について、 Na^+ の濃度 $[\text{mol/L}]$ を求め、有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。

問 4 操作 6 で測定された混合溶液の pH の値より、この弱酸 HA の電離定数 K_a の値を求め、有効数字 1 桁で解答欄に答えなさい。なお、単位も記しなさい。

問 5 溶液 I を 2 倍に薄めた溶液 III を用意した。溶液 III を用いて次の操作 7 から操作 10 を行なった。操作 10 において測定された pH についての下記の記述 (1) から (3) のうち、適するものを 1 つ選び、その番号を解答欄 (a) に答えなさい。また、選んだ理由を解答欄 (b) に記しなさい。

操作 7 溶液 III 10.0 mL をコニカルビーカーに入れ、フェノールフタレインを指示薬として加えた。

操作 8 操作 7 で用意したコニカルビーカー内の溶液に、操作 2 で用意したビュレットから溶液 II を指示薬のわずかな呈色が見られるまで滴下した。

操作 9 コニカルビーカー内の呈色した溶液に、溶液 III を 10.0 mL 加えた。

操作 10 コニカルビーカー内の混合溶液の pH を測定した。

(1) 5.0 よりも小さい (2) 5.0 にほぼ等しい (3) 5.0 よりも大きい

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。

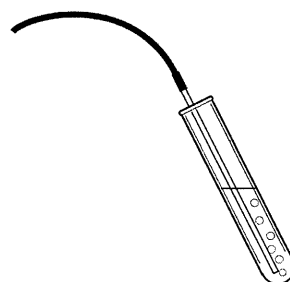


図 1: 実験 2 (2)

(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。

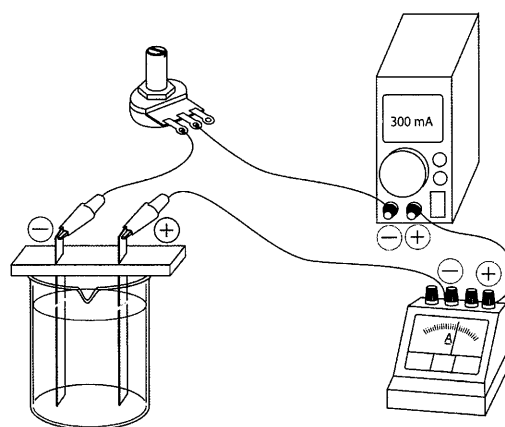


図3: 硫酸銅水溶液の電気分解装置

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1に示す。

表1: 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1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／学科	試験時間	ページ数
医学部医学科	13:00～14:20 (80分)	15ページ

B1

——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 [ア] 生合成遺伝子と [イ] 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 [ア] と [イ] の異常産生を誘導するためであり、過剰に生産された [ア] と [イ] 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。[ウ] 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 [ウ] 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。[エ] 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、[エ] 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。この他、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生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。

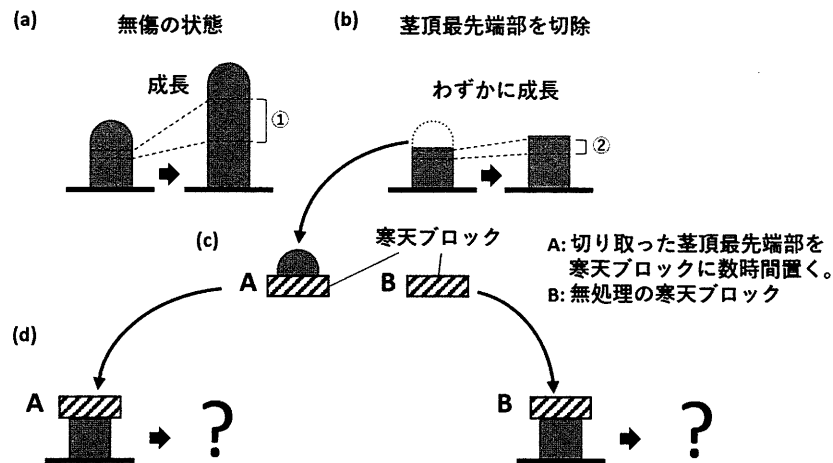


図 1 [図の説明 (a) ~ (d) を以下に記載する]

- (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)

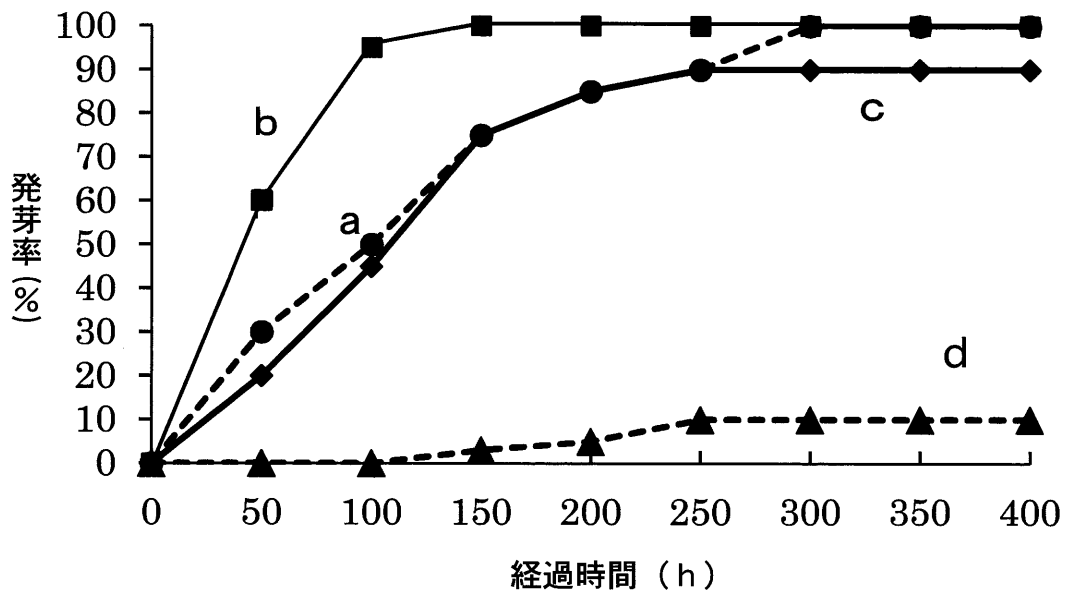


図 1

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かつた。

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すべてを選び、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すべてを選び、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「ア」行動と、経験を積んで初めてできる「イ」行動がある。動物が特定の方向を定める「ウ」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、餌場^{えさ}を探しあてた働きアリは自分のコロニーに戻るときに「エ」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「オ」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。

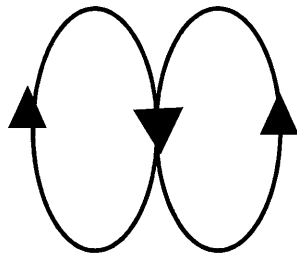


図1 ミツバチの8の字ダンス

※ 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(総合選抜型)Ⅱ期

筆記試験③問題

令和3年11月6日

志望学部/学科	試験時間	ページ数
医学部医学科	15:20~17:20 (120分)	21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21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。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下の説明と英文を読み、質問に答えなさい。

新薬の開発においては、第I相試験 (phase 1 trial) , 第II相試験 (phase 2 trial) , 第III相試験 (phase 3 trial) が順に行われます。第III相試験は偽薬 (placebo) との比較試験 (randomized controlled trial, RCT) として行われることが多く、そこで主要評価項目 (primary endpoint) の条件を満たせば規制当局 (米国では FDA) に承認されるのが一般的です。

On June 7, 2021, the Food and Drug Administration (FDA) granted accelerated approval to aducanumab for treatment of Alzheimer's disease. In many respects, this move represents a landmark moment: not only is aducanumab the first drug approved for Alzheimer's treatment in nearly 20 years, but as a monoclonal antibody targeting aggregated beta-amyloid, it is the first approved drug to directly modify a core molecular feature of the disease's pathophysiology.

monoclonal: 単一クローン性の
beta-amyloid: ベータアミロイド (アルツハイマー病に特徴的な脳の沈着物)
pathophysiology: 病態生理学

Many clinicians, researchers, and patient advocates lauded the approval, asserting that ①even modest slowing of disease progression by aducanumab would translate into meaningful benefit and provide hope for the estimated 6.2 million Americans with Alzheimer's disease. There was optimism that aducanumab's approval may spark new investment and innovation in drugs for Alzheimer's and related disorders, after years in which leading pharmaceutical companies abandoned their neurodegeneration drug pipelines.

lauded: ほめたたえる

Counterbalancing this optimism, however, were ②concerns that the approval was premature, given conflicting evidence regarding aducanumab's clinical efficacy from two phase 3 randomized clinical trials (RCTs). In addition, vasogenic edema and cortical microhemorrhages occurred in about 40% of participants in both trials' high-dose aducanumab groups, as

counterbalancing: 釣り合わせる

vasogenic edema: 血管の異常を原因とする浮腫
cortical microhemorrhage: 大脳皮質の微小な出血

compared with 10% of those receiving placebo. This complication was safely managed in the trials but raised worries about real-world safety. Moreover, even advocates of the drug were disappointed by the high initial price set by the manufacturer (\$56,000 per year), raising concerns about the drug's potential impact on health expenditures.

Finally, critics questioned the appropriateness of close interactions between the FDA and the drug's sponsor, Biogen, during the evaluation process, which the agency defended as necessary for interpreting complex data. After the approval, acting FDA Commissioner Janet Woodcock invited the Office of Inspector General to investigate these interactions, and two congressional committees are also conducting independent evaluations.

Office of Inspector
General: 監察総監室

Aducanumab's development followed a tumultuous course. A phase 1 study provided strong evidence of target engagement, with dose-dependent reductions in beta-amyloid plaques as measured on positron-emission tomography (PET), prompting the launch of two international phase 3 RCTs, ENGAGE and EMERGE. Collectively, these trials randomly assigned 3285 patients with mild cognitive impairment or mild Alzheimer's dementia and a baseline PET scan revealing amyloid plaques to receive placebo or low-dose or high-dose aducanumab. Both trials' primary endpoint was a change in the CDR-SB, an 18-point scale measuring cognition and function.

tumultuous: 騒々しい

positron-emission
tomography: 陽電子放出
断層撮影 (放射性薬剤を
用いた核医学検査)
ENGAGE, EMERGE:
(個々の臨床試験の固有
名称を表す)

CDR-SB: Clinical
Dementia Rating Sum of
Boxes (認知症の重症度
を評価する方法)
cognition: 認知

In March 2019, both trials were terminated early (③) a prespecified analysis indicating that they were unlikely to meet their primary efficacy endpoints. Seven months later, in a stunning turnaround, Biogen announced it

prespecified: 事前に指定
された

turnaround: 転向

would file a Biologics License Application after an analysis of a larger data set revealed that EMERGE's high dose group had met the primary endpoint, with a 22% relative slowing of progression on the CDR-SB scale as compared with placebo. No significant benefit was found in ENGAGE's high-dose group or in either study's low dose group. Biogen asserted that the EMERGE results met criteria for FDA approval (③) a single compelling trial.

Biologics License
Application: 生物製剤認
可申請

In November 2020, the FDA convened its Peripheral and Central Nervous System Drugs Advisory Committee to review the trial data and post hoc analyses evaluating potential reasons for the discrepancy between the trials. The committee voted decisively that the data in totality did not provide sufficient evidence of efficacy and recommended against approval.

convened: 召集した

post hoc: 事後の

decisively: きっぱりと

In another surprising twist, the FDA then pivoted from its normal regulatory pathway, which requires evidence of clinical efficacy, and approved the drug on an accelerated pathway in which evidence of biomarker changes deemed "reasonably likely to predict clinical benefit" is sufficient. ④ This pathway, intended for drugs treating serious diseases with limited treatment options, has been used for drugs to treat HIV and cancer.

pivoted: 旋回した

biomarker: バイオマーカー
(病気の進行や薬剤の
効果など、生体内の生物
学的変化を定量的に把握
するための指標となる物
質)

(From Controversy and Progress in Alzheimer' s Disease –
FDA Approval of Aducanumab, Gil D. Rabinovici, M. D., N Engl
J Med 2021; 385:771-774. Copyright © 2021 Massachusetts
Medical Society. Reprinted with permission from
Massachusetts Medical Society. 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が指す内容を本文に即して 4 点, 日本語で述べなさい。

問 3 **Aducanumab** の第Ⅲ相試験に参加した患者の特徴を説明している部分を本文中より英単語 20 語以内で抜き出しなさい。

問 4 2 箇所ある(③)に共通して入る最も適切な語句を以下から 1 つ選び記号で答えなさい。

- ア) despite of
- イ) regardless of
- ウ) with regard to
- エ) on the basis of
- オ) from the viewpoint of

問 5 下線部④の承認要件を日本語で述べなさい。

問 6 本文のタイトルとして最もふさわしいものを以下から 1 つ選び記号で答えなさい。

- ア) Premature FDA Approval of Aducanumab
- イ) Treatment of Expensive Alzheimer's Disease
- ウ) Controversy and Progress in Alzheimer's Disease
- エ) What are the appropriate biomarkers for Alzheimer's Disease?
- オ) Appropriate distance between FDA and pharmaceutical companies

2 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

Past epidemics have spurred scientists and physicians to reconsider everything from their understanding of disease to their modes of communication. One of the most studied, the bubonic plague, tore through Europe in the late 1340s as the Black Death, then sporadically struck parts of Europe, Asia, and North Africa over the next 500 years. Caused by bacteria transmitted via the bites of infected fleas, the plague's hallmarks included grotesquely swollen lymph nodes, seizures, and organ failure. Cities were powerless against its spread. In 1630, nearly half the population of Milan perished. In Marseille, France, in 1720, 60,000 died.

bubonic plague: 腺ペスト

Black Death: 黒死病
sporadically 単発的に

grotesquely: グロテスク
に
lymph node: リンパ節
seizures: 痙攣

Yet the mere recording of those numbers underscores how medicine reoriented in the face of the plague. Until the Black Death, medical writers did not routinely categorize distinct diseases, and instead often presented illness as a generalized physical disequilibrium. ①“Diseases were not fixed entities,” writes Frank Snowden, a historian of medicine at Yale University, in his book *Epidemics and Society: From the Black Death to the Present*. “Influenza could morph into dysentery.”

underscore: 強調する

reorient: 方向を変える

routinely: 常に

disequilibrium: 不平衡

entity: 実体

morph: 変化する
dysentery: 赤痢

The plague years sparked more systematic study of infectious diseases and spawned a new genre of writing: plague treatises, ranging from pithy pamphlets on quarantines to lengthy catalogs of potential treatments. The treatises cropped up across the Islamic world and Europe, says Nükhet Varlık, a historian of medicine at Rutgers University, Newark. “This is the first disease that gets its own literature,” she says. Disease-specific commentary expanded to address other conditions, such as sleeping sickness and smallpox. Even before the invention of the printing press, the treatises were

pithy: 簡潔な

quarantine: 検疫

Islamic: イスラム教の

apparently shared. Ottoman plague treatises often contained notes in the margins from physicians commenting on this or that treatment.

Ottoman: オスマン帝国の

Plague and later epidemics also coincided with the rise of epidemiology and public health as disciplines, although some historians question whether the diseases were always the impetus. From the 14th to 16th centuries, new laws in the Ottoman Empire and parts of Europe required collection of death tolls during epidemics, Varlik says. Plague also hastened the development of preventive tools, including separate quarantine hospitals, social distancing measures, and, by the late 16th century, contact-tracing procedures, says Samuel Cohn, a historian of the Middle Ages and medicine at the University of Glasgow. "All of these things that a lot of people think are very modern ... were being devised and developed" back then. The term ②"contagio" took off, as officials and physicians sought to ascertain how plague was spread.

Cholera, caused by a bacterium in water, devastated New York and other areas in the 1800s. It gave rise not only to new sanitation practices, but also to enduring public health institutions. "Statistics had proven what common sense had already known: In any epidemic, those who had the faintest chance of surviving were those who lived in the worst conditions," historian of medicine Charles Rosenberg, now an emeritus professor at Harvard University, wrote in his influential book *The Cholera Years: The United States in 1832, 1849, and 1866*. To improve those conditions, New York City created its Metropolitan Board of Health in 1866. In 1851, the French government organized the first in a series of International Sanitary Conferences that would span nearly 90 years and help guide the founding of the World Health Organization in 1948. Cholera "was the stimulus

Cholera: コレラ

sanitation: 公衆衛生

emeritus professor: 名誉教授

for the first international meetings and cooperation on public health," Rosenberg says now.

Meanwhile, efforts to decipher disease continued: Although physicians who eyed germs as culprits remained a minority in the mid-1800s, disease "was no longer an incident in a drama of moral choice and spiritual salvation," but "a consequence of man's interaction with his environment" Rosenberg wrote. Fleas were identified as the carrier of plague during a global pandemic in the late 1800s and early 1900s, and the concept of insects as vectors of disease has influenced public health and epidemiology ever since.

A curious mix of remembering and forgetting trails many epidemics. Some quickly vanish from memory, says David Barnes, a historian of medicine at the University of Pennsylvania. The 1918 flu, which killed an estimated 50 million people worldwide but was also overshadowed by World War I, is a classic example of ③a forgotten ordeal, he says. "One would expect that that would be a revolutionary, transformative trauma, and yet very little changed" in its wake. There was no vast investment in public health infrastructure, no mammoth infusion of money into biomedical research. Although the 1918 pandemic did help spur a new field of virology, that research advanced slowly until the electron microscope arrived in the early 1930s.

overshadow: 影を薄くする

transformative: 変化させる

infusion: 注入

virology: ウィルス学

In contrast, ④the emergence of HIV AIDS in the 1980s left a potent legacy, Barnes says. A new breed of patient-activists fought doggedly for their own survival, demanding rapid access to experimental treatments. They ultimately won the battle, reshaping policies for subsequent drug approvals. But, "It wasn't the epidemic per se—the damage, the death toll of AIDS—that made that happen," Barnes says. "It was activists who were

doggedly: 忍耐強く, 熱心に

organized and persistent, really beyond anything our society had ever seen.”

It's through this lens of human agency that Barnes and other historians contemplate COVID-19's potential scientific legacy. The pandemic, like its predecessors, cast light on uncomfortable truths, ranging from the impact of societal inequities on health to waste in clinical trials to paltry investments in public health. Questions loom about how to buttress labs—financially or otherwise—that were immobilized by the pandemic.

inequity: 不平等

paltry: わずかな

buttress: 支える, 強化する

immobilize: 動けなくなる

(From "Will COVID-19 change science? Past pandemics offer clues" by Couzin-Frankel, Jennifer, Vol 373, Issue 6552 • pp. 264-265, Reprinted with permission from AAAS. Copyright © 2021 American Association for the Advancement of Science一部改変)

問 1 下線部①が指す内容を本文に即して日本語で述べなさい。

問 2 下線部②と同様の意味を持つ単語を以下から1つ選び記号で答えなさい。

- ア) permission
- イ) consultation
- ウ) transmission
- エ) interpretation
- オ) transformation

問 3 下線部③はどのような事実を指すか, 本文に即して日本語で述べなさい。

問 4 下線部④はどのような事実を指すか, 本文に即して日本語で述べなさい。

問 5 これまでの感染症の歴史を鑑み, 著者は COVID-19 感染の現状をどのように考えているか, 本文に即して日本語で述べなさい。

3 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

Recent news stories about conflict of interest in biomedical research have shaken up public and private institutions alike, but their focus was on clinical research. Amidst the renewed focus on conflicts of interest in clinical work, let's not disregard the fact that financial conflicts also pose a concern to basic and preclinical research.

biomedical: 生物医学的な

amidst: ~の中,

For a while now, tightening purse strings at federal funding agencies have led biomedical researchers at public and private universities to look for external sources of funding.

federal funding agency: 連邦政府の資金調達機関

① This search often leads to industry partners, and such partnerships are now flourishing. According to Nature Index's 2017 Science Inc. issue, the number of academic-industry collaborations globally more than doubled from over 12,000 in 2012 to nearly 26,000 just four years later in 2016. Half of those 26,000 collaborations were in the life sciences. As these partnerships continue to grow, it's the job of those in the biomedical research community to carefully navigate what could be a minefield of conflicts of interest.

Nature Index's 2017 Science Inc. issue: Nature Index の 2017 版「Science Inc.」

minefield: 地雷原

A 'conflict of interest' can mean different things depending on the context, but most often relates to financial payments from industry sources from which a researcher could stand to gain personal benefit, just as the company involved stands to benefit from a researcher's expertise. These outside payments pose a dilemma because the funding could cloud a researcher's judgment and thereby influence how a study is designed, interpreted and reported. In our journals, we require authors to declare any competing financial interests when submitting articles, and last January, we revised our policy to require the reporting of any competing non-financial interests such as personal relationships with stakeholders.

stakeholder: 出資者

It's obvious why conflicts of interest are problematic in clinical settings. Undue influence on how a drug, procedure or device is tested can potentially cause harm to patients—either those enrolled in the trials designed to test the products or those who take the drug after market approval. Even outside of the possibility of harm, the trial could be designed in such a way as to sway the results. Previous research looking at industry-sponsored scientific studies, most of them clinical trials, found that such studies could be more than three times as likely as non-industry-funded studies to find results that favor their sponsors. Such findings don't negate the important role that industry plays in biomedical research. Industry partnerships provide much-needed financial support and regulatory know-how to help bring drugs to market, regardless of where the drugs originated. Similarly, merely the presence of a conflict of interest doesn't (②) the value of research. But the positive influence of industry and the ability to conduct sound research despite conflicts don't mean the threat of negative influence isn't ever-present.

undue: 不当な

negate: 否定する

Clinical research, rightly, is often subject to federal oversight when it comes to conflict of interest. In the US, the Sunshine Act, or the National Physician Payment Transparency Program, was introduced as part of the country's 2010 Affordable Care Act. The Sunshine Act mandates that medical industry companies notify the US Centers for Medicare and Medicaid Services of any payments, including gifts or free meals, that they make to physicians and teaching hospitals.

Sunshine Act: サンシャイン法
the National Physician Payment Transparency Program: 連邦政府による医療従事者への支払い透明化プログラム
Affordable Care Act: アフオーダブルケア法 (オバマケア)

The lines that demarcate conflicts of interest begin to get blurry when it comes to preclinical, or 'basic', research. Patients are often not in the picture at this early stage of research, and recognizing the harm wrought by possible conflicts of interest gets more difficult. But ③that doesn't

demarcate: 区別する

blurry: 不鮮明な

mean that conflict-of-interest issues are any less problematic. One of the most famous historical examples of industry influence affecting the biomedical research agenda is that of sugar industry-funded science that downplayed the negative effects of sugar. Those studies set the stage for thousands of subsequent studies—not to mention products and devices—focusing on fat as the culprit behind cardiovascular disease. Meanwhile, an analysis evaluating preclinical studies of the type 2 diabetes drugs known as thiazolidinediones, for example, found that estimates of harm outweighed efficacy estimates in only four of seven studies that were sponsored by industry alone, when compared to 38 of 49 studies that were not industry-sponsored and ten studies of 17 that were sponsored by both industry and non-industry sources. It's not as though there are no checks and balances in the current system. Universities typically require their scientists conducting basic research to disclose any industry relationships they may have and often place caps on how much of a financial stake a researcher is allowed to hold in a company. But no mandate such as the Sunshine Act seems to exist, for example, when it comes to payments by industry to scientists working in the lab rather than with patients. Teaching hospitals often allocate some of the funds they receive from industry sources to non-clinical researchers, but the Open Payments system that tracks payments to physicians does not track any payments that were allocated to non-physicians. Clearly, the system isn't perfect, and with increased scrutiny on the scientific process as a whole, an increased awareness about being forthcoming about conflicts of interest is worthwhile. And without a standardized disclosure process for preclinical research, raising awareness about conflicts of interest becomes difficult.

downplay: 控えめに扱う

cardiovascular: 心血管系の
diabetes: 糖尿病
thiazolidinediones: チアゾリジン系薬剤

Basic research is the bedrock of all of the applied research that follows, particularly in drug development. It's in the basic research stage that scientists discover molecules and pathways that have potential translational value. The foundational science that society uses to uphold clinical research could be in danger of being flawed if researchers aren't more cognizant of and transparent about who is funding these basic discoveries. We ask our authors and reviewers to be diligent about any competing interests—be they financial or otherwise. Transparency is crucial not only for preserving the integrity of the research but also in preserving the trust of the public whose tax dollars help fund a significant portion of basic science. We welcome an open discussion about how best to ensure more transparency in reporting conflict of interest in a way that would protect and promote the research that advances biomedical science.

bedrock: 根底

translational: 橋渡しの
的な

foundational: 基盤と
なる

cognizant: 認識する

(Reprinted from " Confronting conflict of interest " by Nature Medicine, Nov 6, 2018. © 2018, Springer Nature America, Inc.一部改変)

問 1 本文で主題として取り扱っているタイトルに相応しい英単語 3 個を本文中より拾い上げなさい。

問 2 下線部①の示すものを日本語で述べなさい。

問 3 文中(②)に入る最も適切な語を以下より 1 つ選び記号で答えなさい。

- ア) raise
- イ) refine
- ウ) create
- エ) diminish
- オ) summarize

問 4 下線部③の示すものを日本語で述べなさい。

問 5 本文に記載されている内容に合うものを全て選び記号で答えなさい。

- ア) 研究者は、基礎研究においても誰が資金を提供しているかを認識すべきである。
- イ) 研究者は薬を市場に出すために必要な資金援助を産業界から得るべきではない。
- ウ) 企業から資金提供を受けると、研究者の判断が鈍り、結果報告の仕方に影響を及ぼす可能性がある。
- エ) 一般的に大学は、基礎研究を行う科学者に対しても臨床研究を行う科学者と同等に産業界との関係を開示することを求める。
- オ) 企業がスポンサーとなって実施された研究は、企業がスポンサーとなっていない研究に比べて、企業に有利な結果が出る可能性が 5 倍以上高いことが判明している。

問 6 下記の英文は本文から読み取れる内容をまとめたものである。英文の空所に適切な英単語 15 個以内を入れ、英文を完成させなさい。

To facilitate the biomedical research, () is important.

4 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

(1) Fifty years ago, ① meditation was considered fringe, and the idea that it had any role in medical treatment, absurd. Nevertheless, one of us (H.B.) published research demonstrating that meditation and ② similar practices (initially from India and later from other cultures) reduced oxygen consumption, lowered blood pressure and heart rate, and initiated a cascade of physiological effects that were the opposite of what occurs during the stress response. This coordinated set of physiological changes was termed the (A) “relaxation response.” and a general, secular procedure was described to elicit it. Coincidentally, this work took place in the same laboratory that had been occupied by Walter Cannon 50 years earlier when he described the stress, or (B) “fight or flight.” response.

physiological: 生理学的な

flight: 逃避

(2) Today, meditation and other mind–body practices, such as (C) yoga and (D) mindfulness, are growing in popularity, with 14% of the U.S. adult population reporting having used these techniques within the previous year. Historically, these tools have been used to promote human flourishing, insight, peace, enlightenment, and connection to something larger than oneself. Today, many people are drawn to these practices for their perceived physical and mental health benefits and stress relief. All religious traditions and cultures have some form of meditative or other mind–body practice, but the current explosion of interest in these practices has largely occurred within a secular context.

mindfulness: 気付き、心がこもった行動、マインドフルネス

flourishing: 元気

meditative: 瞑想的な

(3) Concurrent with this growing public interest is emerging research describing various neurobiologic, physiological, and genomic changes associated with mind–body practices, particularly meditation, including activation of specific brain regions, increased heart-rate variability, and suppression of stress-induced inflammatory pathways, among others.

neurobiologic: 神経生物学的な

genomic: ゲノム (遺伝情報全体) の

heart-rate variability: 心拍変動

inflammatory: 炎症の

Though some of these changes appear to occur with multiple techniques, others may be technique-specific. More research is needed to understand the implications of these findings.

(4) In 1964, John Stoeckle and colleagues concluded that 60 to 80% of visits to primary care physicians have a stress-related component. Stress is ubiquitous, and its role when excessive or persistent as a major contributor to (E) morbidity and (F) mortality is well recognized. At the Benson-Henry Institute for Mind Body Medicine at Massachusetts General Hospital, for example, we routinely receive referrals to our (3) Stress Management and Resiliency Training (SMART) Program from primary care physicians and specialists who have seen their patients benefit from these practices. Since many patients are initially skeptical, we counsel them regarding how stress may be exacerbating their symptoms, how mind-body techniques can reduce the stress response, and what to reasonably expect (e.g., you cannot blank your mind with meditation, and mind wandering is normal). With guidance and consistent practice, most patients feel less stressed, experience a greater sense of wellbeing, and are less bothered by the symptoms that brought them in. Some patients also note a greater sense of spiritual connectedness.

colleague: 同僚

morbidity: 病的状態

referrals: 紹介

connectedness: 連結性

(5) Belief in these techniques is not necessary to realize benefit. Indeed, randomized, controlled trials have suggested improved health outcomes and quality of life in multiple physical and mental health conditions that are related to or exacerbated by stress, including chronic pain, anxiety, depression, cancer-related fatigue, tobacco addiction, inflammatory bowel disease, and cardiovascular disease, though these tools may not be helpful in the setting of substance use disorder. Moreover, preliminary findings suggest that integrating these tools into the health care system may reduce health care utilization and may be cost-effective.

anxiety: 不安症

depression: うつ病

Inflammatory bowel disease: 炎症性腸疾患

(6) Nonetheless, not everyone is ready to embrace these tools: some patients may have concerns about certain practices contravening their religious beliefs; others are not ready to engage in the effort required to maintain a regular practice; still others have been conditioned to request a pill for every ailment. Moreover, these tools may not be appropriate for some patients. For example, patients with severe mental illness may have difficulty learning the necessary skills — or risk losing touch with reality when they engage in some of these practices.

contravening: 反している

ailment: 軽い病気

(7) Despite these barriers, many patients are keen to learn more about mind–body tools. Given the available data and the favorable side-effect profiles of these practices, we believe that mind–body medicine should be recognized as potential primary and secondary prevention and, where possible, routinely incorporated into primary care. It is not surprising that it hasn't been seen in this light, given that our health care system has been predominantly built on a reactive disease-treatment model rather than a proactive health-enhancement model. Realization of the potential cost savings and health improvements afforded by mind–body medicine would require insurance companies to cover these services and an educational system to train health care professionals in their appropriate use. Many medical schools now offer mind–body medicine electives, but only a few have made education in these practices a required part of the curriculum. Currently, few Americans have access to these tools in a medical setting, and even those who do must often pay for them out of pocket.

(From A New Era for Mind–Body Medicine. , Michelle L. Dossett, M. D. , Ph. D. , Gregory L. Fricchione, M. D. , and Herbert Benson, M. D. , N Engl J Med 2020; 382:1390–1391. Copyright © 2020 Massachusetts Medical Society. Reprinted with permission from Massachusetts Medical Society. 一部改変)

問 1 下線部①について 50 年も前に著者の 1 人が科学的データを報告していたにも関わらず、医学的には馬鹿げている、とされていた理由を示す段落を、段落(1)-(7)の中から 1 つ選び番号で答えなさい。

問 2 下線部②の具体例として考えられるものを下線部(A)-(F)の中から全て選び記号で答えなさい。

問 3 下線部③のプログラムを受ける患者に対してどのような対応・指導が行われるか、また、患者はどのように変化していくか、本文に即して日本語で述べなさい。

問 4 本文に最も相応しい題名を下記の選択肢の中から 1 つ選び記号で答えなさい。

- ア) How to meditate in your daily life
- イ) A new era for mind-body medicine
- ウ) The 50th anniversary of Walter Cannon
- エ) A guide to visitors for Massachusetts General Hospital
- オ) Difference in medical education between US and Japan

問 5 本文全体から判る内容で () 内に英単語を 6 語以内で入れて英文を完成させなさい。

Authors of this article () Walter Cannon.

令和4年度(2022年度)東北大学

AO入試(総合選抜型)Ⅲ期

筆記試験問題

令和4年2月12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)	21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21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、日本語で答えてください。
8. 日本語での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。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下は医師である著者の祖父に関する英文である。文を読んで質問に答えなさい。

As Grandpa's arthritis worsened, composing email messages of more than a few words became onerous for him. "It's frustrating when the fingers can't keep up with the brain," he'd lament. And then visitation restrictions necessitated by Covid-19 cut him off from the outside world entirely, since his deafness had long since made phones useless to him. When the Northeast surge abated, Grandpa's son and I received permission to visit him outside his facility on separate days. Lucid as ever, despite nearing his 103rd birthday, he rendered the same plea to each of us. Whereas he had long wished to forgo measures to prolong life, he now sought any plausible option to hasten death.

I knew that New Jersey had legalized ① physician-assisted dying the previous year, but also that legality, availability, and propriety are three very different things. My long-standing ambivalence about physician-assisted dying had been reinforced by colleagues who joined me in organizing and presenting at the National Academy of Medicine's 2018 workshop on the topic. I reached out to several of these experts to gauge whether Grandpa might pursue it. Would he even meet the criteria, given that he was dying of old age, frailty, and more than anything else, isolation and meaninglessness?

I learned that the Centers for Medicare and Medicaid Services (CMS) had previously allowed codes for "② adult failure to thrive" to qualify people for hospice and that in states that had legalized physician-assisted dying less recently than New Jersey had, those codes had been used to confer eligibility. But CMS recently removed those codes from hospice eligibility, and in any event, I could not find a New Jersey physician willing or sufficiently experienced to provide this service.

I described another option to Grandpa: he could voluntarily stop eating and drinking. He'd never considered this possibility (which reminded me again ③ how one's family members and clinicians contribute to inequities in end of-life care). The option intrigued Grandpa, and during subsequent visits he reinforced his plan to pursue it. I insisted that he first move into my home. I wanted to ensure the quality of his care, knowing that

arthritis: 関節炎
onerous: わずらわしい

abated: 和らいだ
Lucid: 頭脳明晰な

forgo: 見合わせる

legality: 合法性

ambivalence: 相反する感情を持つこと

frailty: 弱さ

meaninglessness: 空虚

Centers for Medicare and Medicaid Services (CMS): メディケア・メディケイドサービスセンター(米国の公的医療保障制度の運営主体)

voluntarily: 自発的に

inequities: 不公平

I could enroll him in my health system’s hospice program. But I also wished to test his resolve, reasoning that his mind might change once his isolation ended.

For a month after he entered our home, his spirits were brighter, his gait steadier, and his appetite heartier. He joined my wife, two daughters, and me for dinner each night, typically preceded by a vodka martini that I had stirred for him — a daily pleasure he’d allowed himself for 80 years and had missed as a facility resident. He’d tell stories of the Navy, his career, and his family history and would regularly quip, “If you keep treating me this well, I might just stick around a while longer!”

But eventually he returned to his goal of (④) death. One night, he said he was ready to stop eating and drinking the next morning, but when morning came, he asked for his usual coffee and bagel. He confided that he was scared. When I asked of what, he replied, “It’s like trying to roller skate. I’m scared of starting. Though I know that once I do, I’ll probably roll.”

A week later, he’d built up his fortitude and again asked to stop eating and drinking. I convinced him to join us for dinner and sleep on it. He agreed, devoured everything on his plate and the ice cream sundae my daughters made him afterward, and shared a bottle of red wine we’d opened for the occasion. “My last hurrah,” he said, with a smile and fist pump more vigorous than you’d think an old, frail man could muster. When I entered his room early the next morning, he was already dressed. “I’m ready to start,” he announced, almost before I could say good morning. “But do you think I could sneak a half-cup of black coffee?”

I went through the doctorly ritual of informing him that this was his choice; it would bring him pleasure while prolonging his life. He nodded. I served. He imbibed. On the third day of nothing but six ounces of black coffee each morning, he said, “I have a confession. While washing my face this evening I took a gulp of water.” The guilt and disappointment he conveyed immediately altered (⑤) my views on physician-assisted dying. For people with a consistent desire to end their life, unencumbered by mental illness or immediate threats to their survival, the only alternative — to stop eating and drinking — is just too challenging. Hospice

gait:足どり

quip:気の利いた物
言い

fortitude:不屈の精
神

imbibed:飲んだ

unencumbered:つ
ながりのない

experts around the country had warned me that less than 20% of people who try to do so “succeed,” with most reversing course because of vicious thirst.

(Copyright (c) 2021 Massachusetts Medical Society. All rights reserved一部改変)

- 問1. 下線部①の代替案として筆者が示したことを文中の言葉で示しなさい。
- 問2. 下線部②はどのような状態のことを言うのか、本文から読み取れる内容を日本語 40 字以内で示しなさい。
- 問3. 下線部③は具体的にどのような意味を示すか、日本語 40 字以内で説明しなさい。
- 問4. 空欄④に入る最も適切な単語を以下から選びなさい。
ア) waiting
イ) avoiding
ウ) accepting
エ) hastening
オ) considering
- 問5. 下線部⑤で示された医師による死の幫助に関する著者の考えは、祖父の言動を通じてどのように変化したと考えられるか、本文に即して日本語 150 字以内で述べなさい。
- 問6. 本文で示されるような終末期医療の現状や課題などについてあなたが知っていることを、わが国の現状にも触れて英単語 100 語以内で述べなさい。

2 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

① During the COVID-19 pandemic, the concept of heroism has been a prominent feature of media coverage. Health care professionals who worked ceaselessly in intensive care units, sacrificed time with their families to travel to severely affected areas to care for patients with COVID-19, and put themselves in harm's way have been acknowledged and rightly celebrated. For example, New Yorkers had a nightly ritual of cheering and making noise in support of health care workers and offered public support in the form of signs, treats, and other measures of appreciation that referenced the heroism of the health care workforce. However, the pandemic has outlasted these public demonstrations, and heroic narratives ultimately do not serve clinicians or public health.

The concept of heroism suggests performing some exceptional feat, such as an individual who disregards his or her own well-being to benefit others. Heroes are glorified in art, literature, and history, and these heroic narratives serve an important purpose in demonstrating that individuals can accomplish more than seems possible in response to a challenge or threat. For instance, people such as Nelson Mandela, who faced his long imprisonment without complaint and dedicated his life to justice, embody the heroic ideal.

The culture of medicine aligns with heroic narratives by extolling 3 traits: individual skill, willingness to sacrifice, and stoicism in the face of physical and emotional hardship. Medical training rewards individual achievement, whether it is identifying the correct diagnosis or performing a procedure skillfully. Medicine also extols the heroic attribute of sacrifice, recognizing those who go beyond already significant professional obligations. Narratives about medicine often celebrate clinicians giving time beyond their job requirements, as illustrated in a collection of articles on “the heroic work of doctors and health workers.” Medical training demands physical endurance; even after duty hour reforms, 80-hour work weeks and long shifts are the norm. In some clinical settings, such as operating rooms, physical demands persist throughout careers. Unspoken messaging in

ceaselessly: 絶え間なく

workforce: 従事者
outlast: 長く続く

extol: 賞賛する
stoicism: ストイックであること。自分を厳しく律する禁欲的・求道的な姿勢や生き方
skillfully: 手際よく

Unspoken: 暗黙の

medical and surgical training programs can promote stoic responses to the wrenching emotions in medicine and, at times, can be accompanied by increased cynicism during residency training.

cynicism: 冷笑

These 3 heroic attributes of individualism, sacrifice, and stoic endurance can actually undermine the system transformation needed in health care. The individualism inherent in the heroic narrative runs counter to the team-based problem-solving approach to health care delivery that leads to better quality. If physicians and other clinicians are willing to make personal sacrifices to circumvent system shortcomings, leaders are less likely to take necessary steps to correct broken systems. Although systematic data are lacking in this area, it is observed that physicians often step in to ensure seamless care on their own time and create “workarounds” to get patients what they need in dysfunctional microsystems. She contends that medical care in the US relies on this strong sense of professional obligation to function. Similarly, if nurses are willing to work double shifts or routinely cover extra patients, chronic understaffing, which is known to be unsafe for patients, persists.

circumvent: 回避する

workaround: コンピューターにおいてシステム上の問題が発生した際の応急措置のこと

The stoicism that comes with being a hero is also a risk for burnout, defined by the National Academy of Medicine as emotional exhaustion and distress stemming from work. Stoicism can lead clinicians to underrecognize their physical and emotional needs and to conceal perceived vulnerabilities. For example, an account of a physician concealing her cancer diagnosis while leading a pandemic response, and her description of the healing effect of sharing the experience of her own illness, highlight the importance of changing culture to support physicians as human beings. Moreover, heroic actions and attitudes require an activated mental state that can allow people to perform at a high level for defined periods of time. Sustaining that emotional activation is physically, mentally, and emotionally exhausting. Occupationally related emotional exhaustion and distress, and, in extreme cases, depression, anxiety, and suicide, can result from striving to meet impossible expectations over time. Emergency department physician Dr Lorna Breen, who died by suicide in April

vulnerability: 弱み

2020, is a recent casualty of this long-standing and deep-seated culture. Even when these heroic expectations do not lead to tragic or career-ending consequences, they can contribute to ② a lack of engagement and satisfaction in work that is highly prevalent among clinicians.

deep-seated:根深い

It is possible that the energy physicians and other clinicians are putting into maintaining stoicism in the face of challenges could be better turned in a positive direction. Clinicians' creativity and problem-solving skills are underutilized resources for transforming health care. As a hypothetical example, consider a specialist in the community with an idea for a novel digital health approach to support patient self-management for a disease she manages on a routine basis. Her daily work includes routine overbooking of patients, frequent absences among staff, and distracting requests to manage tasks others could do, and she is expected to soldier through without complaint. Imagine if the patient scheduling, on-call, and staffing systems all functioned as intended, and she was able to deliver patient care without contingency planning and unplanned work time. She could have the energy and focus to turn to her idea and serve patients even beyond her practice through her digital self-management tool.

underutilized:未活用の

hypothetical:仮説の

contingency:偶発的な

The National Academy of Medicine's report on clinician well-being provides ③ an approach for reframing the culture, emphasizing humanism instead of heroism. Rather than envisioning medicine as a province of brilliant individuals saving lives without a thought for their personal regard, the aim should be to achieve a culture of teamwork that acknowledges the human needs—both physical and emotional—of clinicians and does not ask them to sacrifice their well-being on a routine basis. Organizational solutions abound, such as information technology-enabled coverage systems, data-supported anticipatory staffing, and team members empowered to a high level of function. These precepts extend to medical education, whereby educators can rightsize learners' workloads, teach and model teamwork and team culture, and, most importantly, demonstrate support for learners and faculty experiencing the

anticipatory:予想した

precept:教訓

workload:作業

stress of their studies or emotional challenges of patient care. Moreover, it is imperative that health systems provide support for clinicians to prevent and mitigate emotional exhaustion and distress, without stigma for seeking help or time away from work.

(Reproduced with permission from "Humanism Before Heroism in Medicine." by Sarkar, Urmimala ; Cassel, Christine, JAMA.2021;326(2):127-128. Copyright©2021 American Medical Association. All rights reserved.一部改変)

問 1. 下線部①が具体的に何を指すか, 日本語で述べなさい。

問 2. 医療における heroic narratives の特徴を表す英単語を 3 つ本文中より抜き出し, なぜそれらが医療に必要なシステムの変革を阻害するのか, それぞれ日本語で簡潔に説明しなさい。

問 3. 下線部②のような現象が生じる理由について, 本文に即して日本語 150 字以内で説明しなさい

問 4. 下線部③は具体的にどのようなことを指すか, 本文に即して日本語でまとめなさい。

問 5. この文章のタイトルにふさわしい英単語をいれなさい。

()before Heroism in medicine

3 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

Biologists in Shanghai, China, have created the first primates cloned with a technique similar to the one used to clone Dolly the sheep and nearly two dozen other species. The method has failed to produce live primates until now. Researchers hope to use this revised technique to develop populations of genetically identical primates to provide improved animal models of human disorders, such as cancer. The technology could also be combined with gene-editing tools such as CRISPR–Cas9 to create genetically engineered primate-brain models of human disorders, including Parkinson’s disease.

primates:霊長類

genetically:遺伝的に

CRISPR–Cas9:酵素によるDNA切断を原理とする遺伝子改変技術

“This paper really marks the beginning of a new era for biomedical research,” says Xiong Zhi-Qi, a neuroscientist who studies brain disease at the Chinese Academy of Sciences Institute of Neuroscience (ION) in Shanghai. He was not involved in the cloning project. But the achievement is also likely to raise some concerns among scientists and the public that the technique might be used to create cloned humans. “Technically, there is no barrier to human cloning,” says ION director Mu-Ming Poo, who is a co-author of the study. But ION is interested only in making cloned non-human primates for research groups, says Poo: “We want to produce genetically identical monkeys. That is our only purpose.”

biomedical:生物医学的な

neuroscientist:神経科学者

Chinese Academy of Sciences Institute of Neuroscience (ION):中国科学院神経科学研究所

Primates have proved tricky to copy, despite many attempts using the standard cloning technique. In that method, the DNA of a donor cell is injected into an egg that has had its own genetic material removed. ION researchers Sun Qiang and Liu Zhen combined several techniques developed by other groups to optimize the procedure. One trick was to undo chemical modifications in the DNA that occur when embryonic cells turn into specialized cells. The researchers had more success with DNA from fetal cells, rather than cells from live offspring.

optimize:最適化する

embryonic cells:胚細胞

Using fetal cells, they created 109 cloned embryos, and implanted nearly three-quarters of them into 21 surrogate monkeys. This resulted in six pregnancies. Two long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) survived birth: Zhong Zhong, now eight weeks old, and Hua Hua, six weeks. Poo says that the pair seem healthy so far. The institute is now awaiting the birth of

surrogate:代理母

macaque:マカク(サルの一属)

Macaca

fascicularis:カニク

another six clones. Cloning specialist Shoukhrat Mitalipov of the Oregon Health and Science University in Portland says that the Chinese team should be congratulated. “I know how hard it is,” says Mitalipov, who estimates he used more than 15,000 monkey eggs in cloning attempts in the 2000s. Although he was able to produce stem-cell lines from cloned human and monkey embryos, his team’s primate pregnancies never resulted in a live birth.

イサル

stem-cell:幹細胞

Cloned animals offer some significant advantages over non-clones as models for studying human disease. In experiments with non-cloned animals, it is difficult to know whether differences between the test and control groups were caused by the treatment or genetic variation, says Terry Sejnowski, a computational neurobiologist at the Salk Institute for Biological Studies in La Jolla, California. “Working with cloned animals greatly reduces the variability of the genetic background, so fewer animals are needed,” he says.

computational
neurobiologist:計
算神経生物学者
variability:多様性

Sejnowski also says that primate brains are the best model for studying human mental disorders and degenerative diseases. The ability to clone monkeys might revive primate studies, which have declined in most countries, says Poo. Parkinson’s disease experiments that currently use hundreds of monkeys could be done with just ten clones, he says.

degenerative
diseases:神経変
性疾患

Neuroscientist Chang Hung-Chun, also at ION, says that primate-cloning technology will soon be combined with gene-editing tools to study human genetic disorders in primate brains. Gene editing is already used on developing monkey embryos, but that leaves open the possibility that some cells are not edited, which then affects the results, says Chang.

With cloning, the donor cell can be edited before it is injected into the egg. Within a year, Poo expects the birth of cloned monkeys whose cells have been genetically edited to model circadian-rhythm disorders and Parkinson’s disease.

circadian-rhythm:
概日リズム

Spurred by the promise of primate research, the city of Shanghai is planning major funding for an International Primate Research Center, expected to be formally announced in the next few months. The centre will produce clones for scientists around the globe. “This will be the CERN of primate neurobiology,” Poo

CERN: 欧州合同

says. There's already high demand from pharmaceutical companies that want to use cloned monkeys to test drugs, he says.

Although most reproductive biologists are unlikely to consider using the technique to clone humans because of ethical objections, Mitalipov worries that it might be attempted in a private clinic. China has guidelines that prohibit reproductive cloning, but no strict laws. It also has a weak record of enforcement of its rules on the use of stem cells for therapy. Some other countries — notably the United States — do not prohibit reproductive cloning at all. “Only regulation can stop it now”, says Poo. “Society has to pay more attention to this”.

(Adapted from "First monkeys cloned with technique that made Dolly the sheep" by David Cyranoski Springer Nature. Copyright © 2018, Springer Nature.一部改変)

原子核研究機構
neurobiology:神経
生物学

問1. 本文を以下の項目に従い、指定された字数以内の日本語で簡潔に要約しなさい。

ア) 今回成し遂げられた技術の内容とこれまでの背景: 100字以内

イ) 今回成し遂げられた技術の利点: 70字以内

ウ) 今回成し遂げられた技術への懸念: 50字以内

問2. 今回成し遂げられた技術に対する自分なりの見解を日本語150字以内で述べなさい。

4 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

(1) The modern study of sensation and perception began in the 19th century with the emergence of experimental psychology as a scientific discipline. The first psychologists—Ernst Weber, Gustav Fechner, Hermann Helmholtz, and Wilhelm Wundt—focused their experimental study of mental processes on sensation, which they believed was the key to understanding the mind. Their findings gave rise to the fields of psychophysics and sensory physiology.

emergence:出現
discipline:専門分野

(2) Psychophysics describes the relationship between the physical characteristics of a stimulus and the attributes of the sensory experience. Sensory physiology examines the neural consequences of a stimulus—how the stimulus is transduced by sensory receptors and processed in the brain. Some of the most exciting advances in our understanding of perception have come from merging these two approaches in both human and animal studies. For example, functional magnetic resonance imaging (fMRI) and positron emission tomography (PET) have been used in controlled experiments to identify regions of the human brain involved in the perception of pain.

psychophysics:精神物理学

sensory physiology:感覚生理学

attributes:性質

consequences:続いて起こる結果

functional magnetic resonance imaging:機能的磁気共鳴画像

positron emission

tomography:陽電子放射断層撮影

(3) Early scientific studies of the mind focused not on the perception of complex qualities such as color or taste but on phenomena that could be isolated and measured precisely: the size, shape, amplitude, velocity, and timing of stimuli. Weber and Fechner developed simple experimental paradigms to study how and under what conditions humans are able to distinguish between two stimuli of different amplitudes. They quantified the intensity of sensations in the form of mathematical laws that allowed them to predict the relationship between stimulus magnitude and sensory discrimination.

amplitude:振幅

paradigms:一時代の支配的考え方を規定している科学的認識体系や方法論

discrimination:弁別

(4) For example, in 1834 Weber demonstrated that the sensitivity of a sensory system to differences in intensity depends on the absolute strength of the stimuli. We easily perceive that 1 kg is different from 2 kg, but it is difficult to distinguish 50 kg from 51 kg. Yet both sets differ by 1 kg. This relationship is expressed in the equation now known as Weber's law:

equation:方程式

$$\Delta S = K \cdot S$$

where ΔS is the minimal difference in strength between a reference stimulus S and a second stimulus that can be discriminated, and K is a constant. This is termed the just noticeable difference or difference limen. It follows that the difference in magnitude necessary to discriminate between a reference stimulus and a second stimulus increases with the strength of the reference stimulus.

limen: 認知できる最小の感覚

(5) Fechner extended Weber's law to describe the relationship between the stimulus strength (S) and the intensity of the sensation (I) experienced by a subject:

$$I = K \log (S/S_0)$$

where S_0 is the threshold amplitude of the stimulus and K is a constant. Although Fechner's law was widely accepted for nearly a century after its publication in 1860, his assumption that the intensity of sensation could be equated with the sum of equal increments in "just noticeable differences" turned out to be incorrect.

threshold: 閾(いき)値 (特定の作用因子が生物体に対しある反応を引き起こすのに必要な最小あるいは最大の値)

(6) In 1953 S. S. Stevens demonstrated that, over an extended range of stimulation, subjective experience of sensation intensity is best described by a power function rather than by a logarithmic relationship. Stevens' law states that:

increments: 増大

$$I = K (S - S_0)^n$$

power function: 冪(べき)関数 ($y = x^n$ で表される関数)

For some sensory experiences, such as the sense of pressure on the hand, the relationship between the stimulus magnitude and the perceived intensity is linear, that is, a power function with a unity exponent ($n = 1$).

logarithmic: 対数の

(7) The lowest stimulus strength a subject can detect is termed the sensory threshold. Thresholds are normally determined statistically by presenting a subject with a series of stimuli of random amplitude. The percentage of times the subject reports detecting the stimulus is plotted as a function of stimulus amplitude, forming a relation called the psychometric function (**Figure 1**). By convention, threshold is defined as the stimulus amplitude detected in half of the trials. Thresholds can also be determined by the method of limits, in which the subject reports the intensity at which a progressively decreasing

exponent: 冪(べき)指数 ($y = x^n$ の n のこと)

psychometric function: 精神測定関数

stimulus is no longer detectable or an increasing stimulus is detectable. This technique is widely used in audiology to measure hearing thresholds.

audiology:聴覚学

(8) The measurement of sensory thresholds is a useful diagnostic technique for determining sensory function in individual modalities. An elevated threshold may signal an abnormality in sensory receptors (such as loss of hair cells in the inner ear caused by aging or exposure to very loud noise), deficits in nerve conduction properties (as in multiple sclerosis), or a lesion in sensory-processing areas of the brain. Sensory thresholds may also be altered by emotional or psychological factors related to the conditions in which stimulus detection is measured.

diagnostic:診断の
modalities: (感覚の)
様相

deficits:欠損

conduction:伝導

multiple sclerosis:多
発性硬化症

[図の説明文]

Figure 1. The psychometric function defines the mathematical relationship between the amplitude of a stimulus and the intensity of the sensation felt by the subject.

A. The psychometric function plots the percentage of stimuli detected by a human observer as a function of the stimulus magnitude. Threshold is defined as the stimulus intensity detected on 50% of the trials. Psychometric functions are also used to measure the just noticeable difference between stimuli that differ in intensity, frequency, or other parametric properties.

parametric:要因の

B. Detection and discrimination thresholds depend on the criteria used by individual subjects in psychophysical tasks. An ideal observer correctly detects the presence and absence of stimuli with equal probability (curve b). An observer who is told to respond to the slightest indication of a stimulus reports many false positives when no stimuli occur and has low sensory thresholds (curve a). An observer who is told to respond only when very certain that a stimulus has occurred reports more hits than false positives and has high sensory thresholds (curve c).

(Republished with permission of McGraw Hill LLC, from Principles of neural science;5th ed, JESSELL, THOMAS M., SCHWARTZ, JAMES H., KANDEL, ERIC R., 2013; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.一部改変)

問1. 段落(1)–(8)は意味のまとまりによって大きく2つに分けることができる。意味のまとまりを持つ段落の集合をそれぞれ区別して、解答用紙の()内に段落の番号を記入しなさい。

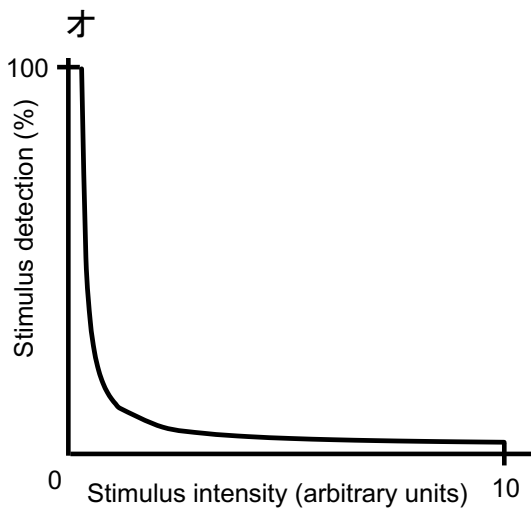
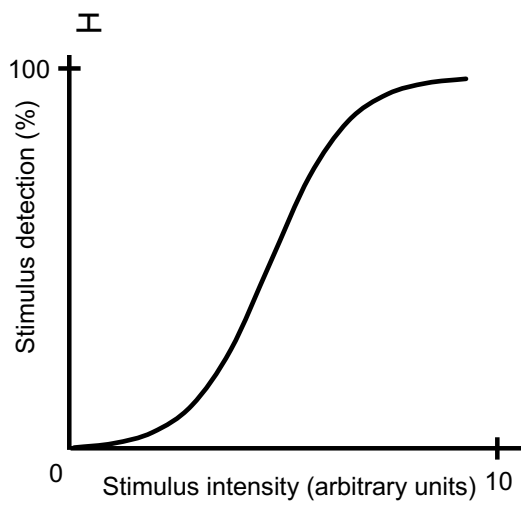
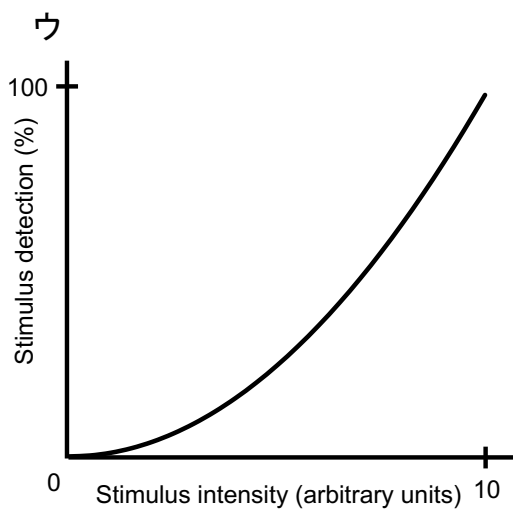
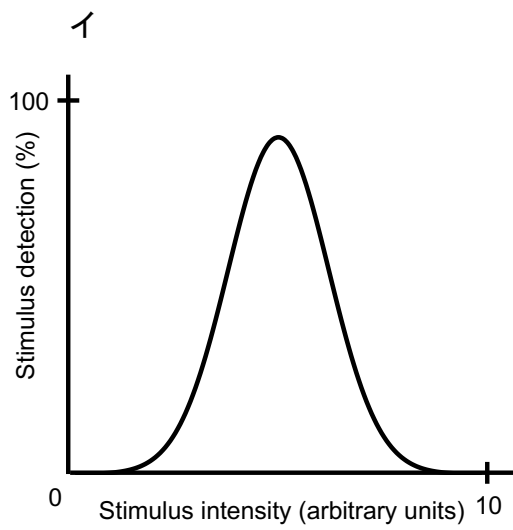
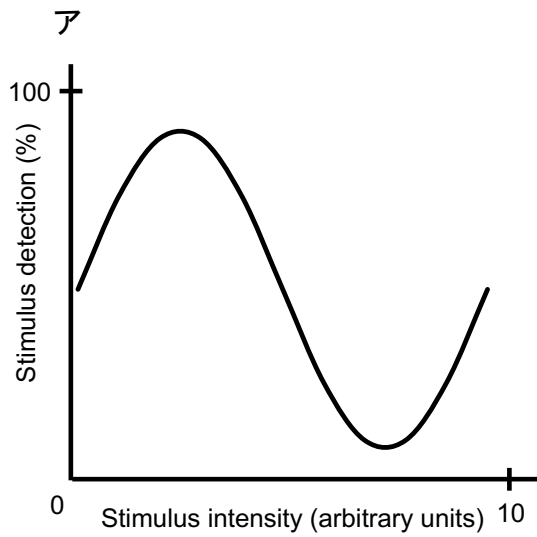
問2. 前半のブロックを要約できる最適な見出しを下記の選択肢から選びなさい。

- ア) Studies by German scientist Hermann Helmholtz
- イ) The beginning of psychoanalysis
- ウ) Psychophysics relates the physical properties of stimuli to sensations
- エ) Essentials of co-ordination of sensory and motor function
- オ) Details of several methods of imaging function of human brain

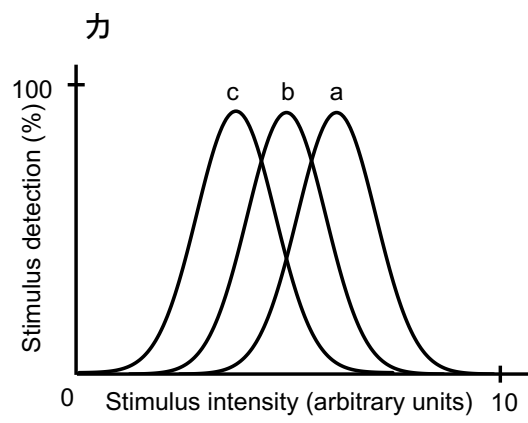
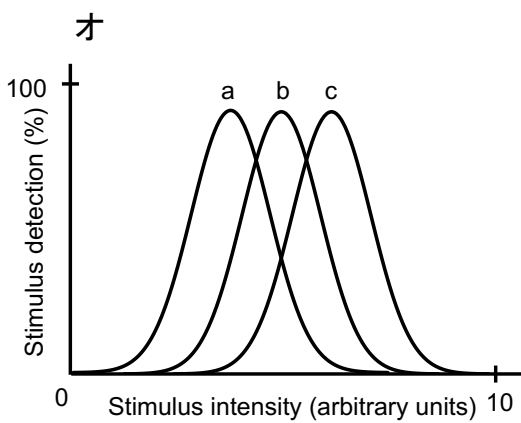
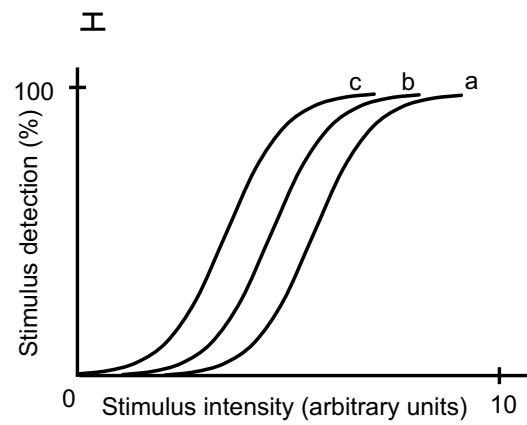
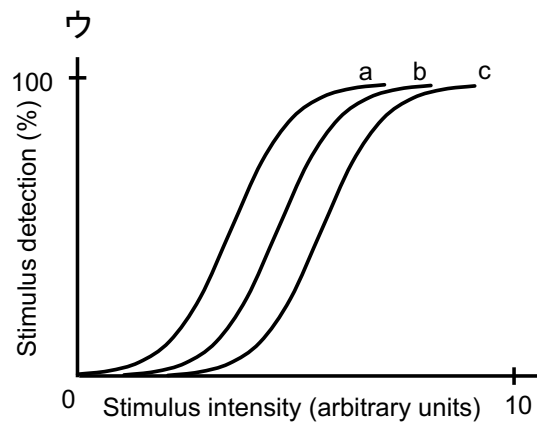
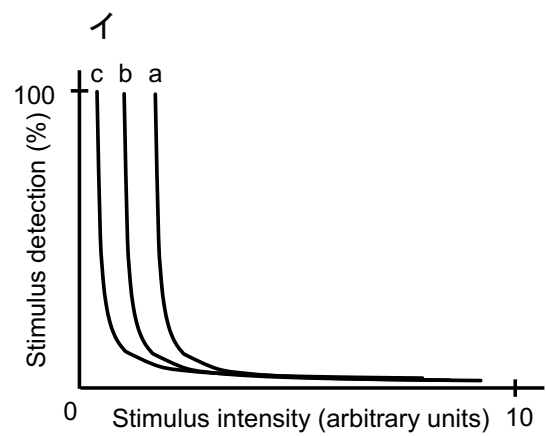
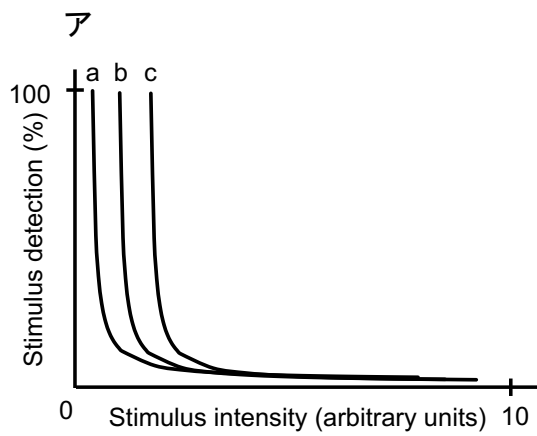
問3. 後半のブロックを要約できる最適な見出しを下記の選択肢から選びなさい。

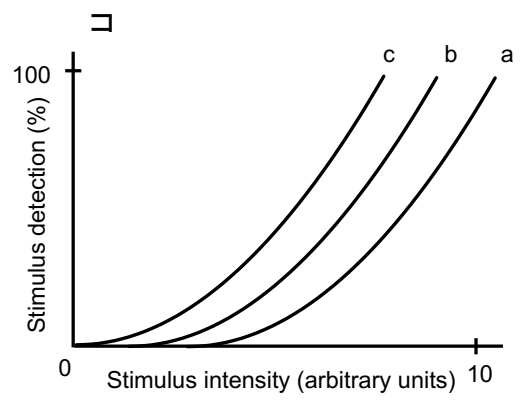
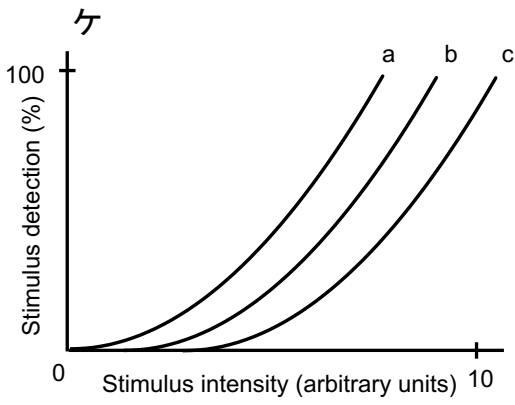
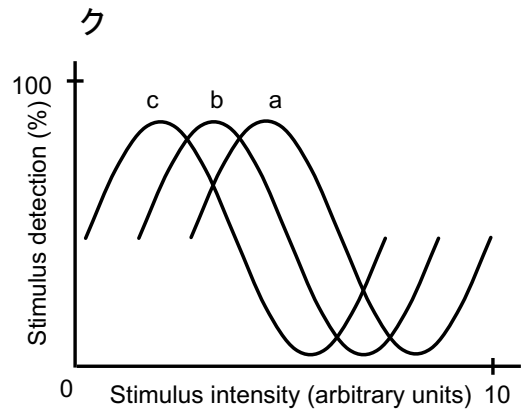
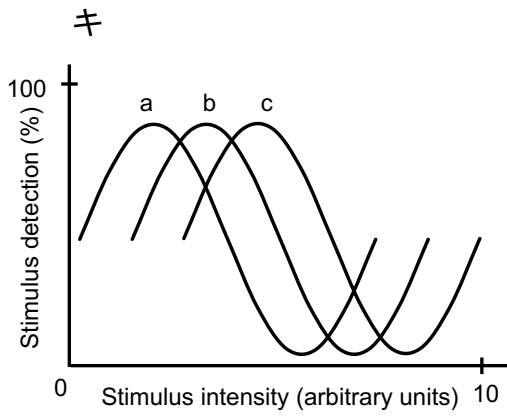
- ア) The present understanding of Sturge-Weber syndrome
- イ) A tribute to Gustav Fechner as a professor of physics in Leipzig University
- ウ) Sensory discrimination as a function of a specific neurotransmitter
- エ) Complete denial of S. S. Stevens equation in the modern neuroscience
- オ) Psychophysical laws govern the perception of stimulus intensity

問4. 本文と Figure 1 の A の説明文を読んで, この内容に合致した図を下記ア)~オ)の中から選びなさい。



問5. 本文と Figure 1 の B の説明文を読んで, この内容に合致した図を下記ア)~コ)の中から選びなさい。





——このページは白紙——