

2026 年 2 月 3 日 実施

獣医学部 <獣医学科>

B
2
月
3
日
程

一般入学試験問題（第Ⅰ期）B日程

◆試験時間・配点

教 科	時 間	配 点
理 科	60 分	100 点
数 学	60 分	100 点
外 国 語	60 分	100 点

◆試験科目

理 科〔選択必須科目〕（2 科目のうち 1 科目選択）

化学基礎，化学14

生物基礎，生物17

数 学〔必須科目〕

数学Ⅰ，数学 A，数学Ⅱ，数学 B（『数列』のみ），数学 C（『ベクトル』のみ）22

外国語〔必須科目〕

英語コミュニケーションⅠ，英語コミュニケーションⅡ，
英語コミュニケーションⅢ，論理・表現Ⅰ，論理・表現Ⅱ，論理・表現Ⅲ24

正 解26

化学基礎，化学

解答はすべて解答用紙にマークしなさい。

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

H=1.0 He=4.0 C=12 N=14 O=16 Na=23

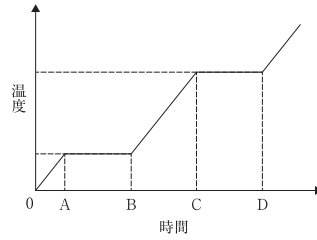
Mg=24 Si=28 Cl=35.5 Fe=56 Cu=64

気体定数は， $8.3\times 10^3\text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。気体 1 mol あたりの体積は 0°C ， $1.013\times 10^5\text{ Pa}$ で 22.4 L とする。

また，必要があれば，近似値として次の値を使うこと。

 $\log_{10}2=0.30$

Ⅰ 次の問 1 から問 4 に対する答えを 1 つずつ選べ。

問 1 図はある純物質をビーカーに入れて加熱したときの温度の変化を表している。この図についての記述のうち，誤りを含むものはどれか。

- ① A 点における温度は融点であり，凝固点と同じになる。
② A 点から B 点の間では固体と液体が混ざっている。
③ B 点から C 点までは蒸発が起こらない。
④ D 点を超えると気体として存在する。
⑤ C 点における温度を沸点という。

問 2 非共有電子対の数が H_3O^+ と同じものはどれか。

- ① BH_3 ② HCN ③ OH^- ④ Cl^- ⑤ NH_4^+ ⑥ CH_4

問 3 同位体として ^{63}Cu と ^{65}Cu のみを含み，それぞれの存在比が未知の銅粉 15.9 g を加熱し完全に酸化させたとこ，黒色の酸化銅(Ⅱ)が 19.9 g 生成した。この酸化銅(Ⅱ)に含まれる ^{63}Cu の物質量 $[\text{mol}]$ はどれか。最も近い値を選べ。ただし， ^{63}Cu と ^{65}Cu の相対質量はそれぞれ 63.0 ， 65.0 とする。

- ① 0.075 ② 0.097 ③ 0.13 ④ 0.18 ⑤ 0.22 ⑥ 0.30

問 4 マグネシウム Mg，鉄 Fe および銅 Cu の粉末からなる混合物 A がある。混合物 A 1.00 g に気体が発生しなくなるまで希塩酸を加えたところ， 0°C ， $1.013\times 10^5\text{ Pa}$ で 224 mL の気体が発生した。また，固形物が 0.60 g 残った。混合物 A に含まれるマグネシウムの質量百分率 $[\%]$ はどれか。

- ① 2.0 ② 5.0 ③ 9.0 ④ 12 ⑤ 15
⑥ 17 ⑦ 20 ⑧ 24 ⑨ 27

Ⅲ 次の問 7 から問 9 に対する答えを 1 つずつ選べ。

ヘリウム He 2.8 g と酸素 O_2 3.2 g からなる混合気体がある。混合気体と多量の水を密閉容器に入れ，容器内の気体が 37°C ， $5.00\times 10^5\text{ Pa}$ となるように保った。十分に長い時間が経過すると，容器内は気液平衡の状態に達した。ただし， 37°C における水の飽和蒸気圧は $6.3\times 10^3\text{ Pa}$ であるものとする。また，酸素の水に対する溶解度はヘンリーの法則が成り立ち， 37°C においてその分圧が $1.0\times 10^5\text{ Pa}$ のとき，水 1.0 L に $1.0\times 10^{-3}\text{ mol}$ 溶けるが，水に溶けた酸素やヘリウムは微量であり混合気体中の酸素の分圧には影響しないものとする。

問 7 密閉容器に入れる前の混合気体の平均分子量はどれか。

- ① 6.0 ② 7.5 ③ 9.0 ④ 11 ⑤ 16
⑥ 20 ⑦ 24 ⑧ 32 ⑨ 36

問 8 気液平衡状態に達したとき，混合気体中の酸素の分圧 $[\text{Pa}]$ はどれか。最も近い値を選べ。

- ① 1.1×10^4 ② 3.2×10^4 ③ 5.0×10^4 ④ 5.8×10^4 ⑤ 6.0×10^4
⑥ 6.2×10^4 ⑦ 6.3×10^4 ⑧ 1.1×10^5 ⑨ 5.0×10^5

問 9 気液平衡状態に達したとき，水 1.0 L に溶けている酸素の質量 $[\text{g}]$ はどれか。最も近い値を選べ。

- ① 1.6×10^{-2} ② 1.8×10^{-2} ③ 2.0×10^{-2} ④ 2.2×10^{-2} ⑤ 2.4×10^{-2}
⑥ 2.6×10^{-2} ⑦ 2.8×10^{-2} ⑧ 3.0×10^{-2} ⑨ 3.2×10^{-2}

Ⅱ 次の問 5 と問 6 に対する答えを 1 つずつ選べ。

炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 ，炭酸ナトリウム Na_2CO_3 ，水酸化ナトリウム NaOH のうちいずれか 1 つ，または 2 つの物質を溶かした溶液 X がある。実験Ⅰおよび実験Ⅱを行うことで溶液 X に含まれる物質の種類と濃度を調べることができる。

実験Ⅰ

溶液 X を 20 mL とり，フェノールフタレインを数滴加えたところ赤色を呈した。 0.10 mol/L の塩酸を滴下したところ $V_1[\text{mL}]$ 加えたところで無色となった。

実験Ⅱ

溶液 X を 20 mL とり，メチルオレンジを数滴加えると橙黄色を呈した。 0.10 mol/L の塩酸を滴下したところ $V_2[\text{mL}]$ 加えたところで赤色となった。問 5 $V_1=V_2$ であるとき溶液 X に含まれる物質はどれか。

- ① 炭酸水素ナトリウムのみ
② 炭酸ナトリウムのみ
③ 水酸化ナトリウムのみ
④ 炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウム
⑤ 炭酸水素ナトリウムと水酸化ナトリウム
⑥ 炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウム

問 6 $V_1=15.0$ ， $V_2=21.0$ であるとき，溶液 X に溶けている水酸化ナトリウムの物質量 $[\text{mol}]$ はどれか。最も近い値を選べ。

- ① 溶液 X に水酸化ナトリウムは溶けていない
② 2.0×10^{-4}
③ 3.0×10^{-4}
④ 4.0×10^{-4}
⑤ 5.0×10^{-4}
⑥ 6.0×10^{-4}
⑦ 7.0×10^{-4}
⑧ 8.0×10^{-4}
⑨ 9.0×10^{-4}

Ⅳ 次の問いに対する答えを1つ選べ。

- 問 10 温度 27℃、大気圧 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき容積 10 m^3 のヘリウムを詰めた気球がある。この気球は気球自体の質量を含めて何 kg の物体を持ち上げることができるか。ただし、大気の体積の組成は窒素 80%、酸素 20% であるものとする。また、持ち上げられる質量にヘリウムの質量は含まないものとする。
- ① 1.0 ② 2.0 ③ 4.0 ④ 6.0
⑤ 8.0 ⑥ 10 ⑦ 12 ⑧ 14

Ⅴ 次の問いに対する答えを1つずつ選べ。

- 問 11 ケイ素 Si は、共有結合で結合した構成原子が正四面体形となるダイヤモンド型の結晶構造を取る。このケイ素結晶の単位格子の一边の長さが 0.36 nm でダイヤモンドの単位格子の一边の長さが 0.36 nm であるものとするとき、ケイ素結晶の密度はダイヤモンドの密度の何倍か。
- ① 0.13 ② 0.64 ③ 0.69 ④ 0.96
⑤ 1.0 ⑥ 1.4 ⑦ 1.6 ⑧ 7.9

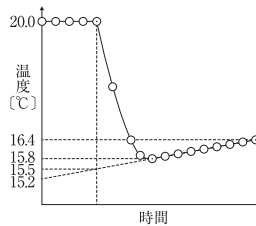
Ⅵ 次の問 12 と問 13 に対する答えを1つずつ選べ。

- 400 g の水に 11.7 g の塩化ナトリウム NaCl を溶解してからゆっくりと -3.70°C まで冷却したところ、溶質は析出せず溶液と氷が存在する状態となった。ただし、この溶液は希薄溶液として扱い、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ とする。また、電解質は水溶液中で完全に電離するものとする。
- 問 12 冷却前の溶液の凝固点は何℃か。
- ① 0 ② -0.370 ③ -0.925 ④ -1.48
⑤ -1.85 ⑥ -2.22 ⑦ -2.59 ⑧ -2.96
- 問 13 -3.70°C に達したときの氷の質量 [g] はどれか。
- ① 10.0 ② 20.0 ③ 30.0 ④ 50.0
⑤ 80.0 ⑥ 100 ⑦ 200 ⑧ 300

— 5 —

Ⅶ 次の問 14 と問 15 に対する答えを1つずつ選べ。

- 問 14 容器に入れた水 46 g に尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (分子量 60) 4.0 g を加えてかき混ぜ、全て溶解させた。このときの液温の変化は図のようになった。尿素の水への溶解エンタルピー [kJ/mol] はどれか。最も近い値を選べ。ただし、この水溶液の比熱は $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ とする。
- ① 7.1 ② 10 ③ 12 ④ 14 ⑤ 16 ⑥ 19



- 問 15 メタン CH_4 とエタン C_2H_6 を混合して、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 22.4 L の体積を占める混合気体を作り、完全燃焼させてちょうど 1000 kJ の熱を得たい。この条件を満たすメタンの物質質量 [mol] はどれか。最も近い値を選べ。ただし、メタンとエタンの燃焼エンタルピーはそれぞれ -891 kJ/mol と -1562 kJ/mol とする。
- ① 0.16 ② 0.24 ③ 0.32 ④ 0.48 ⑤ 0.56
⑥ 0.64 ⑦ 0.72 ⑧ 0.84 ⑨ 0.96

— 6 —

Ⅷ 次の問 16 と問 17 に対する答えを1つずつ選べ。

- アンモニアの合成のため次の操作を行った。ただし、反応容器の内容容積は一定であるものとする。
- 操作Ⅰ
- 内容積 V [L] の反応容器に、窒素 N_2 5.0 mol と水素 H_2 5.0 mol を混合した気体と四酸化三鉄 Fe_3O_4 を主成分とする触媒をいれた。一定の温度で反応させたところ (式 1) のように反応して平衡状態となった。また、平衡状態に達した後の容器内の圧力は反応開始時の圧力の 0.80 倍であった。
- $$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 \quad \cdots \cdots \cdots \text{(式 1)}$$
- 操作Ⅱ
- 操作Ⅰの平衡状態の容器からアンモニアのみを除去し、新しく窒素を加えた。同じ反応容器を用いて同じ温度で反応させ平衡状態とした。このとき水素とアンモニアの分圧が等しくなった。
- 問 16 この反応の平衡定数 K はどれか。
- ① $\frac{V}{2}$ ② $\frac{V}{4}$ ③ $\frac{V}{8}$ ④ $\frac{V^2}{2}$ ⑤ $\frac{V^2}{4}$
⑥ $\frac{V^2}{8}$ ⑦ $\frac{2}{V}$ ⑧ $\frac{4}{V}$ ⑨ $\frac{8}{V}$
- 問 17 操作Ⅱで加えた窒素の物質質量 [mol] はどれか。
- ① 1.2 ② 2.5 ③ 3.3 ④ 4.1 ⑤ 5.4
⑥ 6.4 ⑦ 7.9 ⑧ 8.5

— 7 —

Ⅸ 次の問 18 と問 19 に対する答えを1つずつ選べ。

- 次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) を主成分とする塩基性水溶液は水道水の消毒薬として用いられる。この消毒薬では (式 1) の平衡状態となる。
- $$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^- \quad \cdots \cdots \cdots \text{(式 1)}$$
- この消毒薬を水で希釈したとき、(式 1) の平衡は (ア)。また、次亜塩素酸と次亜塩素酸イオンでは疎水性は (イ)。
- 問 18 (ア) と (イ) に当てはまる正しい記述の組合せはどれか。
- | | (ア) | (イ) |
|---|----------|-------------|
| ① | 右向きに移動する | 次亜塩素酸が高い |
| ② | 右向きに移動する | 次亜塩素酸イオンが高い |
| ③ | 右向きに移動する | 同程度である |
| ④ | 左向きに移動する | 次亜塩素酸が高い |
| ⑤ | 左向きに移動する | 次亜塩素酸イオンが高い |
| ⑥ | 左向きに移動する | 同程度である |
| ⑦ | 移動しない | 次亜塩素酸が高い |
| ⑧ | 移動しない | 次亜塩素酸イオンが高い |
| ⑨ | 移動しない | 同程度である |
- 問 19 次亜塩素酸イオン ClO^- と次亜塩素酸 HClO が同量存在するときの水溶液の pH はどれか。最も近い値を選べ。ただし、次亜塩素酸 HClO の電離定数 K_a は $3.2 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ とする。
- ① 3.5 ② 4.5 ③ 5.5 ④ 6.5 ⑤ 7.5
⑥ 8.5 ⑦ 9.5 ⑧ 10.5 ⑨ 11.5

— 8 —

X 次の問いに対する答えを1つ選べ。

問 20 マグネシウムとカルシウムのどちらにも当てはまる記述はどれか。

- ① 炎色反応は示さない。
- ② 硫酸塩が水に溶けやすい。
- ③ 炭酸塩は水に溶けにくい。
- ④ 単体が常温で水と容易に反応する。
- ⑤ 水酸化物の水溶液は強い塩基性を示す。
- ⑥ 塩化物は水に溶けにくい。

XI 次の問 21 と問 22 に対する答えを1つずつ選べ。

オキソ酸と呼ばれる酸素原子 O をもつ一群の酸があり、 $X(O)_m(OH)_n$ と表すことができる。もしくは $H_nXO_{(m+n)}$ と表記することもある。X に当てはまる原子としては、硫黄 S、塩素 Cl、ケイ素 Si、炭素 C、窒素 N、リン P などがあり、X の電気陰性度が大きいほど H が解離しやすくなる。また、X が同一元素である場合は分子中の酸素原子の数が多いほど H が解離しやすくなる。

X 部分が炭素原子であるオキソ酸では、 m は（ア）であり、 n は（イ）である。

また、過塩素酸 $HClO_4$ 、塩素酸 $HClO_3$ 、亜塩素酸 $HClO_2$ 、次亜塩素酸 $HClO$ の中で、酸として最も強いのは（ウ）である。また、臭素酸 $HBrO_3$ 、塩素酸 $HClO_3$ 、ヨウ素酸 HIO_3 の中で、酸として最も強いのは（エ）である。

問 21 （ア）と（イ）に当てはまる正しい数字の組合せはどれか。

	（ア）	（イ）
①	0	2
②	0	3
③	1	2
④	1	3
⑤	2	0
⑥	2	1
⑦	3	0
⑧	3	1

問 22 （ウ）と（エ）に当てはまる化合物の正しい組合せはどれか。

	（ウ）	（エ）
①	過塩素酸	臭素酸
②	過塩素酸	塩素酸
③	過塩素酸	ヨウ素酸
④	次亜塩素酸	臭素酸
⑤	次亜塩素酸	塩素酸
⑥	次亜塩素酸	ヨウ素酸

— 9 —

— 10 —

XII 次の問 23 と問 24 に対する答えを1つずつ選べ。

シクロヘキサンとシクロヘキセンの関係はプロパンとプロペンの関係と同様であり、前者は（ア）炭化水素で、後者は（イ）炭化水素であり（ウ）結合を1つだけもつ。ベンゼンはシクロヘキセンと同じく炭素数が6の環状炭化水素であり図の構造式で示されることがある。(1) シクロヘキセン 1 mol に水素付加してシクロヘキサンにしたときの反応エンタルピーは -119 kJ であり、(2) ベンゼン 1 mol に水素付加してシクロヘキサンにしたときの反応エンタルピーは -208 kJ である。図の構造式の通りに、炭素原子間の結合が単結合と二重結合が交互に繰り返される構造であるとする。と (2) の反応エンタルピーは (1) の反応エンタルピーのおよそ（エ）倍になると想定されるが、実際の倍率は反応エンタルピーの数値から判断すると想定よりも（オ）。このことから、ベンゼンは図で示される構造よりも（カ）であると考えられる。



問 23 （ア）から（ウ）に当てはまる正しい語句の組合せはどれか。

	（ア）	（イ）	（ウ）
①	鎖式	環式	共有
②	脂肪族	芳香族	共有
③	飽和	不飽和	共有
④	鎖式	環式	水素
⑤	脂肪族	芳香族	水素
⑥	飽和	不飽和	水素
⑦	鎖式	環式	二重
⑧	脂肪族	芳香族	二重
⑨	飽和	不飽和	二重

問 24 （エ）から（カ）に当てはまる正しい語句の組合せはどれか。

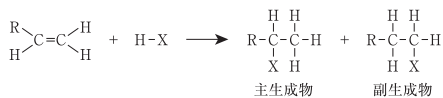
	（エ）	（オ）	（カ）
①	2	小さい	安定
②	2	小さい	不安定
③	2	大きい	安定
④	2	大きい	不安定
⑤	3	小さい	安定
⑥	3	小さい	不安定
⑦	3	大きい	安定
⑧	3	大きい	不安定

— 11 —

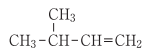
— 12 —

ⅩⅢ 次の問 25 と問 26 に対する答えを 1 つずつ選べ。

図のような非対称のアルケンに塩化水素 HCl のような H-X で表される分子が付加するとき、2 種類の生成物が考えられる。一般に、二重結合を形成している炭素原子のうち、より多くの水素原子と結合している炭素原子の方が、H-X 分子内の水素原子 H と結合しやすく、図のような生成物を生じる。この規則はマルコフニコフ則とよばれる。



問 25 以下の化合物に塩化水素 HCl を付加して得られる二つの化合物のうち、優先的に生じる化合物の構造はどれか。



① Cl-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃

② $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$

③ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$

④ $\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$

⑤ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$

⑥ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Cl} \end{array}$

— 13 —

問 26 分子式 C₄H₉ で表される化合物 A～D について、塩化水素 HCl を付加したところ A からは E と F が生じ、E のほうが優先して得られた。B からは G と H が生じ、G が優先して得られた。C と D からは G のみが得られた。化合物 E と H の構造の正しい組合せはどれか。ただし、鏡像異性体は区別しないものとする。

化合物 E

化合物 H

① $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$

Cl-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃

② $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$

③ $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$

④ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$

Cl-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃

⑤ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$

$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$

⑥ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$

⑦ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$

Cl-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃

⑧ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$

$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$

⑨ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$

— 14 —

ⅩⅣ 次の問 27 と問 28 に対する答えを 1 つずつ選べ。

ナイロン 66 を作成するために以下の操作Ⅰから操作Ⅲを行った。アジピン酸とヘキサメチレンジアミンの分子量はそれぞれ 146、116 である。

操作Ⅰ

ビーカーにアジピン酸ジクロリド ClCO-(CH₂)₄-COCl 0.010 mol を約 30 mL の溶媒に溶かして溶液 A とした。

操作Ⅱ

別のビーカーに水酸化ナトリウム NaOH とヘキサメチレンジアミン H₂N-(CH₂)₆-NH₂ を水に溶かして溶液 B とした。

操作Ⅲ

溶液 A に溶液 B を静かに加えると、下層を溶液 A、上層を溶液 B とする界面が形成され、ナイロン 66 の薄膜が生成した。

問 27 操作Ⅰの溶媒として適切な化合物はどれか。

- ① アセトン
② エタノール
③ ヘキサン
④ ジエチルエーテル
⑤ ジクロロメタン

問 28 アジピン酸ジクロリドの 50% が反応したとき、ナイロン 66 は何 g 生成するか。最も近い値を選べ。

- ① 0.56 ② 0.84 ③ 1.1 ④ 1.7
⑤ 2.2 ⑥ 3.5 ⑦ 4.4 ⑧ 5.1

— 15 —

〔理 科〕

生物基礎、生物

解答はすべて解答用紙にマークしなさい。

解答は複数の場合もある。
複数解答の場合は、同一解答欄に記入しなさい。

Ⅰ 細胞周期に関する文章を読み、次の問 1 から問 3 に答えなさい。

動物の体内には、消化酵素やホルモンを分泌する細胞など、様々な機能を有する細胞があることが分かっている。細胞に関しては、(ア) がコルク片を観察したことでその存在が発見され、(ア) によって細胞と命名された。さらに、(イ) によって「すべての細胞は細胞から生じる」ことが提唱され、細胞説が広く認められていった。その生命の最小単位である細胞は、細胞分裂により細胞が増えていくことが明らかにされており、現在では顕微鏡を用いてリアルタイムで細胞分裂を観察することができる。その細胞分裂は、体をつくる細胞が増えるときに行われる体細胞分裂と、生殖細胞をつくる時に行われる減数分裂に分けることができる。体細胞分裂によってできたばかりの娘細胞が、再び 2 つの細胞に分裂するまでの周期的な過程を細胞周期という。この細胞周期に要する時間を調べる方法として、放射性同位体で標識したチミジン (³H チミジン) を用いる方法がある。通常、培養細胞は他の細胞と同調せず、細胞ごとに細胞周期の様々な段階にあり、³H チミジンを短時間処理することで、その処理時間に DNA を合成している細胞だけ、³H チミジンが複製中の DNA に取り込まれ、DNA を標識することができる。その特性を利用することにより、標識された DNA をもつ細胞を検出することができるようになる。したがって DNA が標識された細胞を経時的に観察することで、細胞周期の各期の時間を知ることができる。

— 16 —

問 1 文中の（ア）～（イ）に入る語句の組み合わせとして適切なものを、次の①～⑨の中から選びなさい。

	（ア）	（イ）
①	ブラウン	シュワン
②	シュワン	シュライデン
③	シュライデン	ロバート・フック
④	ロバート・フック	フィルヒョー
⑤	フィルヒョー	ブラウン
⑥	シュワン	ロバート・フック
⑦	シュライデン	フィルヒョー
⑧	ロバート・フック	ブラウン
⑨	フィルヒョー	シュワン

問 2 あるヒトの個体内で起こる体細胞分裂と減数分裂における細胞あたりの相対的な DNA 量に関する説明として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

- ① 体細胞分裂を終えてできた細胞の DNA 量は、減数分裂を終えてできた細胞の DNA 量は、どちらもそれぞれの分裂の前の G₂ 期の 2 分の 1 である。
- ② 体細胞分裂と減数分裂において、M 期を終了した細胞の DNA 量は、どちらの細胞も G₂ 期を終えてできた細胞の DNA 量と比べて 2 分の 1 になる。
- ③ 体細胞分裂の G₂ 期の細胞の DNA 量は、減数分裂の G₂ 期の細胞の 2 倍である。
- ④ 体細胞分裂と減数分裂において、S 期を終了した細胞では、体細胞分裂を終えてできた細胞の DNA 量は減数分裂を終えてできた細胞の 2 倍である。
- ⑤ 体細胞分裂を終えてできた細胞の DNA 量は、減数分裂を終えてできた細胞の 2 倍である。

— 17 —

問 3 細胞分裂から次の細胞分裂までに要する時間が同じ A 細胞と B 細胞があり、A 細胞は細胞周期の各期の時間がわからないが、B 細胞は M 期が 1 時間、G₁ 期が 10 時間、G₂ 期が 3 時間、S 期が 6 時間であることが分かっている。そこで、A 細胞の細胞周期の各期の時間について ³H チミジンを用いて調べた。この場合の両細胞の比較に関する説明として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。なお、染色体が凝縮した細胞を M 期と判定した。

- ① A 細胞を標識してから 6 時間後に、標識された M 期の細胞が観察され始め、その 1 時間後に標識された M 期の細胞が観察されなくなった場合、B 細胞と M 期の時間が同じであると考えられる。
- ② A 細胞を標識してから 10 時間後に、標識された M 期の細胞が観察され始め、その 6 時間後に標識された M 期の細胞が観察されなくなった場合、B 細胞と G₁ 期の時間が同じであると考えられる。
- ③ A 細胞を標識してから 3 時間後に、標識された M 期の細胞が観察され始め、その 4 時間後に標識された M 期の細胞が観察されなくなった場合、B 細胞と G₂ 期の時間が同じであると考えられる。
- ④ A 細胞を標識してから 6 時間後に、標識された M 期の細胞が観察され始め、その 1 時間後に標識された M 期の細胞が減少し始めた場合、B 細胞と M 期の時間が同じであると考えられる。
- ⑤ A 細胞を標識してから 3 時間後に、標識された M 期の細胞が観察され始め、その 1 時間後に標識された M 期の細胞が減少し始めた場合、B 細胞と G₁ 期と S 期の合計時間が同じであると考えられる。

— 18 —

Ⅱ モノクローナル抗体に関する文章を読み、次の問 4 から問 7 に答えなさい。

医療や生命科学で幅広く利用されるモノクローナル抗体は、単一の細胞に由来する細胞集団（単クローン）から産生され、抗原上の特定の部位のみを標的とする抗体である。このモノクローナル抗体作製の基礎となるハイブリドーマ細胞の作製方法は、1975 年にイギリスのジョルジュ・ケーラーとセーサル・ミルシュタインによって発表された。それ以前の抗体作製ではまず、^(a)動物に目的の抗原を投与して体内で抗体を産生させ、この動物から血液を採取して精製することで、抗原に対する抗体を得ていた。しかし、^(b)この方法では、1 つの抗原分子から複数の断片が得られて、多くの種類の抗体が体内で産生される。このような抗体を、ポリクローナル抗体という。これに対して、モノクローナル抗体を作製する手法では、目的の抗原を動物に反応させた後、その動物から B 細胞を含む細胞集団を採取する。採取した B 細胞は体外で長く培養できないが、無限に増殖する骨髄腫細胞（がん細胞）を融合させると、元の B 細胞と同じ抗体を産生しながら無限に増殖するハイブリドーマ細胞が得られる。さらに、^(c)ハイブリドーマ細胞の懸濁液を非常に薄く希釈してから多数の培養容器に分取し、1 つの培養容器に 1 つの細胞のみが入るようにして増殖させると、モノクローナル抗体を産生する単クローンが得られる。このようにして得られるモノクローナル抗体は、高い均一性をもつことを特徴とする。そのため、モノクローナル抗体は、診断薬や治療薬、あるいは細胞内の特定のタンパク質の検出や機能解析に不可欠な研究用試薬として活用されている。

問 4 抗体産生細胞が主要な役割を担う生体防御のしくみとして適切なものを、次の①～⑤から選びなさい。

- ① 細胞性免疫
- ② 自然免疫
- ③ 免疫寛容
- ④ 体液性免疫
- ⑤ 免疫記憶

問 5 下線部 (a) について、抗原が 1 回目に体内に入ってから抗原特異的な抗体が発現するまでの過程に関与する免疫細胞の説明として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

- ① 樹状細胞による貪食は、抗原特異的な免疫反応である。
- ② 樹状細胞から抗原提示を受けたキラー T 細胞は、B 細胞からの抗体産生を誘導する。
- ③ 侵入した抗原に対して反応性を示す B 細胞が抗原を直接認識する。
- ④ 活性化した B 細胞が強く働きすぎないように、同じ部位を認識するヘルパー T 細胞によって、B 細胞の活性が抑制される。
- ⑤ 1 種類の未熟 B 細胞から、異なる抗原を認識する複数種の B 細胞へと分化する。

— 19 —

問 6 ポリクローナル抗体が下線部 (b) のような性質になる理由として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

- ① 病原体が頻繁に変異するために抗原の構造も様々に変化しており、感染のたびに新しい B 細胞が活性化して毎回異なる抗体が産生される。
- ② 1 つの抗原に対して、一次応答で活性化された B 細胞とは異なる抗原特異性をもつ B 細胞が二次応答で活性化し、一次応答と二次応答で異なる抗体が産生される。
- ③ B 細胞が成熟する過程で抗体遺伝子が再構築されるため、1 つの B 細胞から特異性の異なる抗体を産生する複数種の B 細胞が作られ、多様な抗体が同時に産生される。
- ④ 1 つの抗原上の異なる部位を認識する複数種の B 細胞が活性化され、それぞれが異なる抗体を 1 種類ずつ産生することで、多様な抗体が同時に産生される。
- ⑤ B 細胞は、1 つの抗原から生じる断片のそれぞれに結合する複数の抗体を同時に産生することができるため、1 つの B 細胞から多様な抗体が同時に産生される。

問 7 下線部 (c) の操作によって得られる単クローンに関する記述として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

- ① 単クローンは 1 つの B 細胞に由来するため、抗原上の異なる複数の部位に結合する複数種の抗体を同時に産生する。
- ② 単クローンは 1 つの B 細胞に由来するため、抗原上の特定の 1 つの部位のみに結合する 1 種類の抗体を産生する。
- ③ 選別の過程で得られた複数種の単クローンは、いずれも抗原上の同じ部位と結合する 1 種類の抗体のみを産生する。
- ④ 選別の過程で得られた複数種の単クローンは、それぞれ抗原上の異なる部位と結合する抗体を 1 種類ずつ産生する。
- ⑤ 選別の過程で得られた複数種の単クローンは、いずれも異なる抗体を産生する複数種の細胞の集合体となる。

— 20 —

Ⅲ 植物の特性に関する文章を読み、次の問8から問11に答えなさい。

植物が光合成によって吸収する単位時間あたりの二酸化炭素量を光合成速度といい、呼吸によって放出する単位時間あたりの二酸化炭素量を呼吸速度という。ある光の強さのもとでは、光合成速度と呼吸速度が同じ状態になる。一方、^(b)光が十分な強さになると、それ以上光^(a)を強くしても光合成速度は光の強さに関係なく一定になる。これはすべての植物で同じ現象を観察することができるが、植物の種類によって表1のように二酸化炭素の吸収速度が異なることがわかる。このように植物によってその特徴が異なっているため、裸地から始まる遷移の進行では光環境が変化することにより、その環境に適した植物が生育するようになる。先駆種の生育によって土壌が形成され始めると、その環境でよく生育する植物がみられるようになる。その後、環境の変化に適応した植物がみられるようになり、遷移が進行した結果、それ以上は全体として大きな変化を示さない極相になる。この遷移の進行が、どの地域でも同じように起こった場合、どの地域でも同じようなバイオームになるはずである。しかし、地球上には森林、砂漠、草原など様々な植生がある。その理由として、その地域のバイオームがどの型^(c)になるかは、年平均気温と年降水量によく対応するためである。したがって、世界各地ではそれぞれの環境に適応した植物で構成された植生が成立している。

表1 植物Aと植物Bの二酸化炭素の吸収速度

光の強さ（ルクス）	0	500	1000	5000	10000	15000	20000
二酸化炭素の吸収速度（相対値）	植物A	-5	45	95	495	595	595
植物B	-20	30	80	480	980	1180	1180

問8 下線部(a)の状態になる時の光の強さを表す語句として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

- ① 光補償点 ② 光飽和点 ③ 光飽和 ④ 林床 ⑤ 林冠

問9 表1の植物Aと植物Bを調べると、表1に示されていない光の強さで下線部(b)の状態になることがわかった。その光の強さは、植物Bで植物Aの何倍になるか、最も適切なものを次の①～⑨の中から選びなさい。なお、光合成速度は下線部(b)の状態になるまでは光の強さに正比例し、呼吸速度は一定であるとする。

- ① 2倍 ② 3倍 ③ 4倍 ④ 5倍 ⑤ 6倍
⑥ 7倍 ⑦ 8倍 ⑧ 9倍 ⑨ 10倍

問10 人間による管理がなかった場合に、日本の関東平野で優占する植物として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

- ① トドマツ ② ブナ ③ ミズナラ ④ スダジイ ⑤ アコウ

問11 日本のような地域では下線部(c)の条件よりも、暖かさの指数のほうが実際に形成されるバイオームに対応している場合がある。その理由として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

- ① 国土が南北に長いため。 ② 標高の違いが著しいため。
③ 気温が多様であるため。 ④ ギャップが多数存在するため。
⑤ 年降水量が多いため。

Ⅳ 光合成に関する文章を読み、次の問12から問14に答えなさい。

C₃植物の葉組織では、葉緑体が豊富な葉肉細胞が複数層になって維管束鞘細胞を取り囲み、維管束鞘細胞には葉緑体があまり含まれていない。C₄植物の葉組織では、葉緑体を豊富に含む維管束鞘細胞が維管束系を取り囲み、さらにその外側を1層の葉肉細胞が取り囲んでいる。
C₃植物では、主に葉肉細胞で細胞内に取り込まれたCO₂の固定から有機物の合成に至るまでをカルビン回路だけで行っている。一方、^(b)大気中のCO₂固定の仕組みがC₃植物とは異なるC₄植物やCAM植物があり、これらの植物での大気からのCO₂固定は、C₃植物のルビスコと異なり、CO₂とホスホエノールビルビン酸からオキサロ酢酸を合成するホスホエノールビルビン酸(PEP)カルボキシラーゼという酵素が担っている。

問12 以下の(ア)～(オ)の記述のうち、下線部(a)のC₃植物の光合成に関する説明として適切でないもののみを含む組み合わせを、次の①～⑨の中から選びなさい。

(ア) カルビン回路は葉緑体のチラコイド膜上に存在する。

(イ) カルビン回路において、ホスホグリセリン酸(PGA)がグリセルアルデヒドリン酸(GAP)に変換される過程で必要となるNADPHとATPのうち、光エネルギーに由来するエネルギーを受け取っている物質はATPのみである。

(ウ) カルビン回路におけるCO₂の固定は、CO₂がリブローズビスリン酸(RuBP)と反応してPGAが2分子生成されることで行われ、この反応はルビスコが触媒する。

(エ) カルビン回路では6分子のCO₂が取り込まれると12分子のGAPが生成され、そのうち8分子がRuBPに再生される。

(オ) この過程では光を直接必要としない。

- ① (ア)、(イ) ② (ア)、(エ) ③ (イ)、(ウ) ④ (イ)、(オ)
⑤ (ウ)、(ア) ⑥ (ウ)、(エ) ⑦ (エ)、(イ) ⑧ (エ)、(オ)
⑨ (オ)、(ア) ⑩ (オ)、(ウ)

問13 下線部(b)について、高温かつ光の強い環境ではC₃植物が上手く適応できず、C₄植物では光合成を行う細胞を葉肉細胞と維管束鞘細胞の2種類に分けることで適応している。これを踏まえた上で、C₄植物の光合成の特徴に関する記述として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。なお、ルビスコは1秒間に3回程度しか反応せず、動植物体内の多くの酵素が1秒間に100～1000回は反応するのと比較して、格段に反応速度が遅く、CO₂濃度が低下するとさらに反応が遅くなることがわかっている。

① C₄植物は、気温が高い熱帯地方が原産の植物に多く、このような温度が高く光が十分に強い環境で盛んになった光合成により葉内のCO₂濃度が低下しやすくなる。このような状態では、ルビスコがCO₂を固定するよりもO₂と反応し、ATPを消費する光呼吸と呼ばれる光合成の大幅な効率低下が発生するため、C₄植物は日中でも朝夕に光合成の効率が最大となる。

② C₄植物は、低いCO₂濃度でも大気からのCO₂取り込みが可能なPEPカルボキシラーゼを用いるだけでなく、その過程で合成されたC₄化合物をカルビン回路で直接利用可能であることも、光が強く高温で乾燥しやすい環境における光合成速度の低下を防ぐ要因となっている。

③ カルビン回路へのCO₂の取り込みはルビスコによって触媒されるが、C₄植物ではカルビン回路がある細胞とは別の細胞で、ルビスコよりもCO₂に対する親和性が高いPEPカルボキシラーゼを用いることで、高温・乾燥により気孔が閉じてCO₂濃度が低下した環境でもCO₂をより多く、より早く固定できるので、維管束鞘細胞でCO₂が濃縮されてルビスコが効率的に働くことができる高いCO₂濃度を維持できる。

④ C₄植物は、ルビスコよりもCO₂に対する親和性が高いPEPカルボキシラーゼを大気からのCO₂固定に用いることで、本来気孔を開かない高温・乾燥時に短時間だけ気孔を開けて急速にCO₂を取り込んでリンゴ酸として液胞に蓄える。その後、水分の蒸発抑制のために気孔を完全に閉じた後に、蓄えたリンゴ酸の脱炭酸により得たCO₂を利用して有機物合成を行うことで、高温・乾燥環境に適応している。

⑤ C₃植物では温度が高く光が十分に強いと細胞内のCO₂濃度が低下して光合成が制限されるとともに、ルビスコがCO₂を固定するよりもO₂との反応を起こしやすくなり、光合成の効率が低下する。この阻害反応は光が当たっている時に起こり、O₂を消費してCO₂を発生するため光呼吸と呼ばれるが、通常の呼吸と違ってATPが消費される。C₄植物はC₃植物よりも効率の良いCO₂取り込みとCO₂濃縮の仕組みを兼ね備えることで、光呼吸を抑制している。

問 14 CAM 植物では、PEP カルボキシラーゼは夜に向けて徐々に活性化され、昼に向けて徐々に活性が低下するように体内時計によって厳密に制御されている。一方、CAM 植物のカルビン回路のルビスコは、C₃ 植物と同様に、光の照射により活性化し、直接 CO₂ を固定することも可能であることが知られている。また、気孔の開閉は、青色光、水分、CO₂ 濃度を刺激として調節を受けるが、CAM 植物では C₃ 植物に対して、青色光への感受性が弱く、植物体内の CO₂ 濃度を敏感に感じ取って、高濃度で閉鎖、低濃度で開口するという特徴がある。

図 1 はある CAM 植物の CO₂ 固定速度とその植物体におけるリンゴ酸の含有量、気孔の開鎖度について、24 時間にわたって 3 回測定した平均値を示したものである。測定した場所は、砂漠気候で、測定期間中の平均最高気温は 38℃、平均最低気温は 20.8℃であり、日の出が 5 時 30 分、日の入りが 18 時であった。なお、測定期間中の天気は快晴であり、十分強い太陽光が測定場所および測定対象の植物を照らしていた。

図 1 のグラフの説明として適切なものを、次の①～⑥の中から選びなさい。

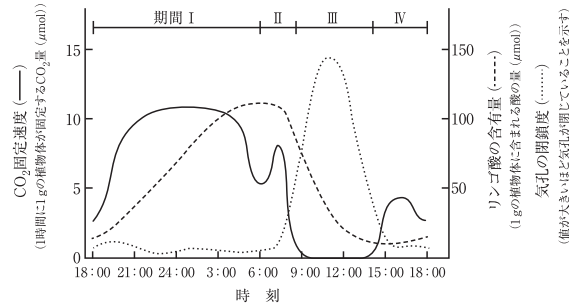


図 1 CAM 植物の CO₂ 固定速度とリンゴ酸含有量、気孔の開鎖度
※CO₂ 固定速度は、大気中の CO₂ が気孔を介して植物体（細胞）へ取り込まれた量を示している。

- ① 期間 I において、CO₂ 固定速度よりもリンゴ酸の含有量が遅れて変動しているのは、取り込んだ CO₂ が即座にリンゴ酸に変換されるわけではなく、オキサロ酢酸を経てリンゴ酸が生成されるために時間を要するからである。
- ② 期間 I の前半で CO₂ 固定速度が上昇しているのは、夜間に活性が高くなる PEP カルボキシラーゼの働きによるものである。後半で CO₂ 固定速度が低下しているのは同酵素が昼に向けて酵素活性が低下するからである。
- ③ 期間 II で CO₂ 固定速度が一時的に上昇しているのは、光の照射によって活性化したルビスコがまだ開いている気孔から得た CO₂ を固定しているからである。
- ④ 期間 II で CO₂ 固定速度が一時的に上昇しているのは、活性が低下しきっていない PEP カルボキシラーゼによる CO₂ 固定と、活発になったリンゴ酸の脱炭酸による CO₂ 放出が重なったためである。
- ⑤ 期間 III で気孔閉鎖度が大きく上昇しているのは、リンゴ酸の脱炭酸が活発になることで、葉の内部の CO₂ 濃度が上昇したからである。
- ⑥ 期間 IV で一時的に CO₂ 固定速度が上昇しているのは、脱炭酸でリンゴ酸を使い切ってしまったため、葉の内部の CO₂ 濃度低下により気孔が開いて、カルビン回路のルビスコが大気から直接 CO₂ を固定しているからである。

V 制限酵素と遺伝子組換え実験に関する文章を読み、次の問 15 から問 18 に答えなさい。

ある研究チームは、図 2 に示す 3 つの発光遺伝子（R：赤、G：緑、B：青）を含む 12 kbp（12,000 塩基対）の枯草菌のプラスミド A 上の制限酵素の切断箇所を調べている。プラスミドは 1 kbp ごとに目盛りが付けられている。それぞれの発光遺伝子はプロモーターを含み、長さはすべて 1 kbp である。コを 0/12 kbp としたとき、R 遺伝子は 9 kbp から 10 kbp の間、G 遺伝子は 10 kbp から 11 kbp の間、B 遺伝子は 11 kbp から 12 kbp の間にそれぞれ存在する。4 種類の制限酵素 α 、 β 、 γ 、 Δ は、それぞれ異なる塩基配列を認識し、プラスミドの異なる場所を粘着末端（注）で切断する。切断されると予測される箇所は図 2 のア～コで示していて、 Δ はアを切断することが確定している。図 2 のプラスミドをこれらの制限酵素で切断し、^(a) アガロース電気泳動で分離した結果を図 3 に示す。左端の DNA マーカーは、DNA の長さを示す目印で、1～12 kbp まで 1 kbp ごとにバンドが並んでいる。^(b) 切断した DNA 断片は同じ制限酵素で切断された図 4 の大腸菌のプラスミド B にリガーゼで連結後、大腸菌に遺伝子導入され、その大腸菌は薬剤を含む培地で選択される。大腸菌のプラスミド B には複製開始点と薬剤耐性遺伝子があり、これらに影響しない位置に制限酵素 α 、 β 、 γ の切断部位が存在する。大腸菌は元々薬剤耐性遺伝子を保有しないため、プラスミド B に由来する薬剤耐性遺伝子が供給されないと薬剤を含む培地に生育できない。大腸菌は保有する発光遺伝子の組み合わせにより、表 2 のように発光する。

（注）2 本のスクレオチド鎖が数塩基ずれた位置で切断されるため、切断部には互いに相補的な塩基配列をもった 1 本鎖の突出部を含む末端

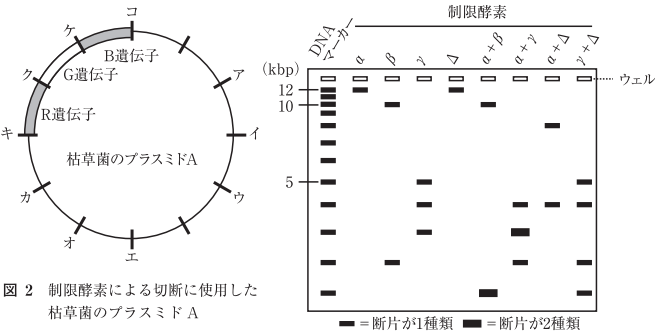


図 3 切断した制限酵素の組合せと電気泳動像

表 2 発光遺伝子の組合せとコロニーの色

遺伝子	発光の有無と色
なし	発光しない
R 単独	赤色
G 単独	緑色
B 単独	青色
R + G	黄色
G + B	シアン
R + B	マゼンタ
R + G + B	白色

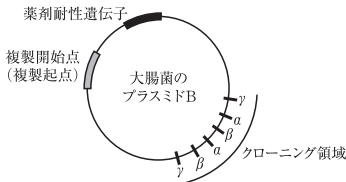


図 4 制限酵素切断片のクローニングに使用した大腸菌のプラスミド B

問 15 下線部（a）の説明として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

- ① DNA 分子中のデオキシリボースが負の電荷に関与する。
- ② ウェルはサンプルがゲル表面に拡散するのを防ぐ凸部である。
- ③ 電気泳動時、ウェルがある側が陰極側である。
- ④ 電気泳動時には不純物を避けるため泳動槽には純水を使用する。
- ⑤ DNA 断片は電圧をかけるとそれぞれ決まった距離だけ移動し、目的の位置で停止する。

問 16 図 3 の電気泳動より予測される切断部位とその説明として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

- ① イは α の切断部位である。
- ② エは γ の切断部位である。
- ③ α の切断部位は γ の切断部位の 1 kbp 隣にある。
- ④ β の切断部位のうち 1 つは γ の切断部位の 1 kbp 隣にある。
- ⑤ γ の切断位置の 1 つは Δ の切断部位の 180° 正反対の位置にある。

- 問 17 制限酵素 α , β , γ で同時に切断した場合の結果として考えられるものを、次の①～⑤の中から選びなさい。
- ① 切断後に生じる 3 kbp の断片は 2 種類である。
 - ② 切断後に生じる 2 kbp の断片は 2 種類である。
 - ③ 切断後に生じる 2 kbp の断片は 3 種類である。
 - ④ 切断後に生じる 1 kbp の断片は 2 種類である。
 - ⑤ 切断後に生じる 1 kbp の断片は 3 種類である。

問 18 下線部 (b) の結果の説明として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。ただし、枯草菌のプラスミド A 内には大腸菌内での複製に必要な領域（複製開始点）は存在しないため、大腸菌のプラスミド B に枯草菌のプラスミド A の DNA 断片がクローニングされない限り、大腸菌内では維持されない。加えてリガーゼによる DNA 断片の連結は、制限酵素による切断面（末端）の塩基配列が相補的に完全に一致した場合にのみ起こり、完全に連結されなければ、クローニングが失敗し、大腸菌内で複製されない。なお、連結可能な DNA 断片はすべて 1 つずつクローニングされ、DNA 断片を含まない大腸菌のプラスミド B が大腸菌に導入されず、異なる DNA 断片をクローニングしたプラスミドが同一の大腸菌内で維持されることはないものと仮定する。

- ① β で処理した断片では、マゼンタと緑色に発光する大腸菌が 1 : 1 で出現する。
- ② γ で処理した断片では、発光しない大腸菌と白色に発光する大腸菌が 1 : 1 で出現する。
- ③ α と β で同時処理した断片では緑色と赤色に発光する大腸菌が 1 : 1 で出現する。
- ④ β と γ で同時処理した断片ではシアンと赤色に発光する大腸菌が 1 : 1 で出現する。
- ⑤ α と γ で同時処理した断片では赤色と緑色に発光する大腸菌が 1 : 1 で出現する。

— 29 —

- ① 両矢印 (A) は、活動電位の最大値を示している。
- ② 静止電位でのカリウムイオン濃度は、軸索内よりも軸索外の方が高くなっている。
- ③ グラフの (B) の部位では、電位依存性ナトリウムチャネルが開き、ナトリウムイオンが軸索外へ移動している。
- ④ グラフのピークである (C) の部位では、電位依存性カリウムチャネルが開くため、カリウムイオンが軸索内に取り込まれ始める。
- ⑤ グラフの (D) の部位では、電位依存性ナトリウムチャネルは閉じており、電位依存性カリウムチャネルは開いている。

問 20 次の記述は、シナプスにおいて、シナプス前細胞の興奮がシナプス後細胞に伝達される際に生じる現象を説明したものである。文中の (ア)～(エ) に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑧の中から選びなさい。

シナプス前細胞の神経終末に興奮が伝わると、(ア) 依存性カルシウムチャネルが開き、神経終末内にカルシウムイオンが流入することで、エキソサイトシスによりシナプス小胞内の神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。続いて、放出された神経伝達物質がシナプス後細胞の (イ) 依存性イオンチャネルに結合することで (イ) 依存性イオンチャネルが開き、(ウ) が細胞内に流入して、シナプス後細胞の膜電位に変化が生じて、シナプス前細胞からシナプス後細胞に興奮が伝わる。このとき利用された神経伝達物質は、(エ)、分解あるいは回収される。

- | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|--------|------|------------|-------------|
| ① リガンド | 電位 | ナトリウムイオンなど | 速やかに |
| ② リガンド | 電位 | ナトリウムイオンなど | 時間をかけてゆっくりと |
| ③ リガンド | 電位 | 神経伝達物質 | 速やかに |
| ④ リガンド | 電位 | 神経伝達物質 | 時間をかけてゆっくりと |
| ⑤ 電位 | リガンド | ナトリウムイオンなど | 速やかに |
| ⑥ 電位 | リガンド | ナトリウムイオンなど | 時間をかけてゆっくりと |
| ⑦ 電位 | リガンド | 神経伝達物質 | 速やかに |
| ⑧ 電位 | リガンド | 神経伝達物質 | 時間をかけてゆっくりと |

— 31 —

Ⅵ ニューロンの興奮に関する文章を読み、次の問 19 から問 21 に答えなさい。

内分泌系と神経系は、動物体内で環境の変化に関する情報を伝える役目を担っている。このうち神経系は、情報を電気信号としてニューロンからニューロンに伝えていく。一般的なニューロンは、細胞核のある細胞体、多数本ある樹状突起、1 本の長い軸索をもっている。

1 つのニューロンでは、情報はニューロンの細胞膜内外の電位差である膜電位の変化（興奮）により伝えられる。興奮が生じていない際の細胞膜外の電位を 0 mV とすると、細胞膜内の電位は -60 mV から -70 mV 程であり、この状態の膜電位を静止電位という。ニューロンが刺激されると、ニューロンの細胞膜内外の電位が瞬間的に逆転して、すぐに元の静止電位に戻る。この一連の膜電位の変化を活動電位という。^(a) 静止電位や活動電位は、ナトリウムイオンとカリウムイオンが関わっている。ニューロン内を伝わった興奮は、隣り合うニューロンに伝達される。隣り合うニューロンはわずかな隙間を隔てて接しており、2 つのニューロンが接している部位をシナプスといい、ニューロン間の隙間をシナプス間隙という。この 2 つのニューロンのうち、情報を伝える側のニューロンをシナプス前細胞といい、情報を受け取る側のニューロンをシナプス後細胞という。

問 19 図 5 のグラフは、興奮が軸索を伝わる際に、軸索のある部位での膜電位の変化を記録したものである。下線部 (a) および図 5 に関する記述として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

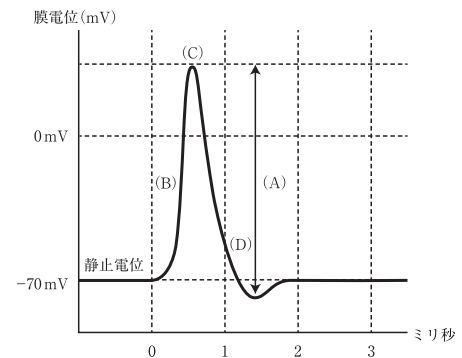


図 5 膜電位の変化

— 30 —

問 21 シナプスには、問 20 の記述のように興奮を伝え、シナプス後細胞に興奮性シナプス後電位 (EPSP) を発生させる興奮性シナプスと、シナプス後細胞の膜電位に過分極の変化を起こす抑制性シナプス後電位 (IPSP) を発生させる抑制性シナプスがある。図 6 のグラフ I から III は、1 つのニューロンに 2 つの興奮性シナプス (EP-1 と EP-2) と 1 つの抑制性シナプス (IP-1) が形成されている場合の、時間の経過に伴うシナプス後細胞における膜電位の変化を表している。各グラフの縦軸はシナプス後細胞の膜電位、点線は閾値を表している。グラフ I は EP-1 と EP-2 が独立して興奮した場合の膜電位の変化を示しており、グラフ II は EP-1 と EP-2 が同時に興奮した場合を示している。また、グラフ III の矢印は IP-1 が単独に興奮した場合の膜電位の変化を示している。図 6 および興奮性シナプス、抑制性シナプスに関する記述として適切なものを、次の①～⑤の中から選びなさい。

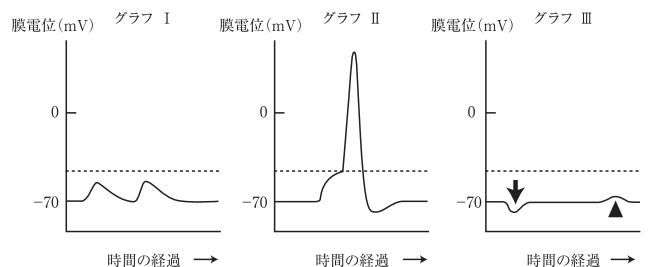


図 6 膜電位の変化

- ① グラフ I から、EP-1 あるいは EP-2 が単独で、一度だけ興奮しても、活動電位が生じないことがわかる。
- ② グラフ II では、EP-1 と EP-2 で生じた膜電位の変化の空間的加重が生じている。
- ③ グラフ III の黒三角 (▲) の部位では、EP-1 と IP-1、あるいは EP-2 と IP-1 で同時に生じた膜電位の変化の時間的加重が生じている。
- ④ 抑制性シナプス後電位は、シナプス後細胞に、イオンチャネルを介して塩化物イオンが流入することで生じる。
- ⑤ 神経伝達物質として、アセチルコリンは興奮性シナプスで、 γ -アミノ酪酸やグリタミン酸は抑制性シナプスで利用される。

— 32 —

Ⅶ カエルの生態調査に関する文章を読み、次の問 22 から問 25 に答えなさい。

絶滅危惧種のカエル X は、夏の間に卵から成体になり、同じ夏のうちに繁殖するため、一夏で一世代が完結する両生類である。卵は 3～4 日で孵化し、約 30 日で変態して成体となる。成体は変態後 20 日で雌雄共に繁殖に参加し、メスは約 200 個の卵を含む卵塊を 1 つ産む。成体のオスとメスの比は 1:1 とされている。ある保護公園では、研究者が標識再捕法を用いて個体群の追跡調査を行っていた。この区画では例年、繁殖期に合計約 300 個の卵塊が産み落とされ、個体群が維持されていることが知られている。しかし、ある年、この地域にカエルツボカビ（注）が侵入し、個体群の絶滅が懸念される状況に陥った。研究者はこの影響を調べるため、侵入前年（未感染年）と侵入年（感染年）におけるデータを解析した（表 3）。両年ともに例年並みの卵塊数を確認でき、定期的に標識再捕法で個体数を把握していた。調査では、把握日の午前中に個体をマークし、その日の午後後に再捕獲を行った。マークは次回以降の調査に影響せず、生存率にも影響を及ぼさないものとし、カエルは孵化後区域内をランダムに移動する。また、マークから再捕獲までの間の死亡は無視できるものと仮定する。

（注）カエルツボカビはカエルに感染して個体の死亡率を高める病原体である。感染後 1～2 週間で発症・死亡し、致死率は一般的に 30～50％、高い場合には 90％に達することがある。

表 3 未感染年・感染年における各日における標識再捕法の結果

日数	成長段階	未感染年 マーク数	未感染年 再捕獲数	未感染年 再捕マーク数	感染年 マーク数	感染年 再捕獲数	感染年 再捕マーク数
5 日	幼生（孵化直後）	200	800	8	210	800	8
10 日	幼生（前期）	200	220	5	200	230	5
15 日	幼生（中期）	200	220	10	150	130	4
20 日	幼生（後期）	160	200	14	140	180	11
25 日	幼生（終期）	130	160	16	115	160	12
30 日	成体（変態直後）	80	130	10	95	120	10
35 日	成体（5 日目）	70	100	8	75	90	8
40 日	成体（10 日目）	65	80	7	50	70	7
45 日	成体（15 日目）	60	70	6	22	38	3
50 日	成体（20 日目）	45	60	4	11	26	2
55 日	成体（25 日目）	42	58	4	10	22	3
60 日	成体（30 日目）	41	58	4	7	11	2

問 22 未感染年の結果より、このカエル X と同様の生存曲線の型を示す生物として適切なものを、次の①～⑧から選びなさい。ただし、一般的な生存曲線の分類に基づくものとする。

- ① アフリカゾウ
- ② ウミガメ
- ③ カタクチイワシ
- ④ キツネ
- ⑤ ショウジョウバエ
- ⑥ スズメ
- ⑦ トカゲ
- ⑧ ヒト

問 23 このカエル X の生存曲線として最も適切なものを、図 7 の①～⑨から選びなさい。

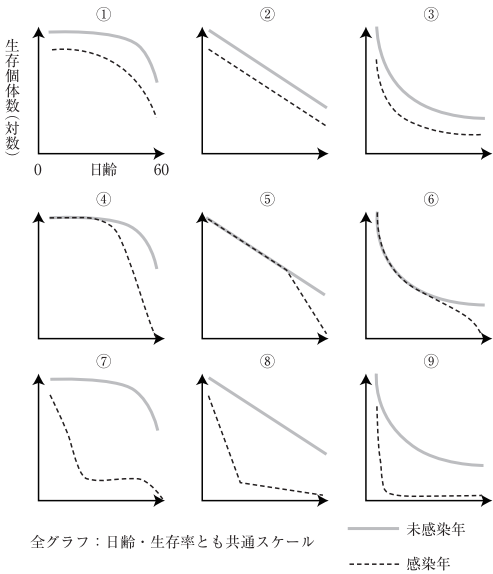


図 7 カエル X の未感染年・感染年における生存曲線

問 24 カエルツボカビとカエル X の説明として適切なものを、次の①～⑦から選びなさい。ただし死亡率の比較は、感染年と非感染年の同じ成長段階の間を比較するものとする。

- ① カエルツボカビは卵に感染し、孵化数を低下させる。
- ② カエルツボカビは幼生に感染し、変態個体数を低下させる。
- ③ カエルツボカビは成体に感染し、成体の個体数を低下させる。
- ④ カエルツボカビの侵入により、幼生（孵化直後）で 30％以上の孵化率の低下が認められる。
- ⑤ カエルツボカビの侵入により、幼生（終期）で 30％以上の死亡率の上昇が認められる。
- ⑥ カエルツボカビの侵入により、成体（30 日目）で 30％以上の死亡率の上昇が認められる。
- ⑦ 上記の選択肢は、すべて誤りである。

問 25 この保護区で感染が続き、今後もカエルツボカビによる影響が同じ感染率と死亡率で継続すると仮定する。この保護区の集団は侵入が確認された年を第一世代として最大何世代維持できると推定されるか、適切なものを次の①～⑤から選びなさい。ただし感染後の生殖行動や産卵数には影響がなく、個体数減少に伴う交尾機会の減少や繁殖行動の変化は本問題において無視できるものとし、繁殖可能な成体が 1 匹でもいる場合には維持されたとする。

- ① 1 世代
- ② 2 世代
- ③ 4 世代
- ④ 8 世代
- ⑤ 16 世代

数 学

Ⅰ 以下の問いに答えよ。

(1) $xy \neq 0$ かつ $4^x = 5^y = 20^{20}$ を満たす実数 x, y について $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イウ}}}$ である。

(2) $\alpha = \sin \frac{\pi}{18}$ のとき、 $3\alpha - 4\alpha^3 = \frac{\boxed{\text{エ}}}{\boxed{\text{オ}}}$ である。

(3) 座標空間の 2 点 A(2, 1, -2), B(-1, -5, 1) を通る直線を ℓ とする。原点 O を通る直線が ℓ と垂直に交わるとき、その交点の座標は $(\boxed{\text{カ}}, \boxed{\text{キク}}, \boxed{\text{ケコ}})$ である。

(4) $(x^2 + 2x - 1)^9$ の展開式における x^4 の項の係数は、 $\boxed{\text{サシスセソ}}$ である。

Ⅱ x の 4 次方程式

$$4x^4 + 2ax^3 + bx^2 + \frac{a}{2}x + \frac{1}{4} = 0 \quad \dots\dots ①$$

の解がすべて実数となるような、定数 a , b の範囲を知りたい。以下の生徒と教師の会話を読み、適切な数値を解答欄にマークせよ。タ, ト については、適切な選択肢を各々の解答群から 1 つずつ選択せよ。

生徒：2 次方程式であれば実数解をもつ条件が判別式から求められましたが、4 次方程式の場合は習っていません。

教師：まず、 $x = 0$ は解ではないから①の両辺を x^2 で割ってみよう。すると①は

$$4x^2 + 2ax + b + \frac{a}{2x} + \frac{1}{4x^2} = 0$$

となるね。このとき $y = 2x + \frac{1}{2x}$ とおくと①は、

$$\boxed{\text{タ}} = 0 \quad \dots\dots ②$$

と変形できるよ。

生徒： y に関する 2 次方程式になりました。あとはこの 2 次方程式が実数解を持つ条件を求めて解決ですね。

教師：話はそう単純じゃないんだ。例えば、 $y = 0$ のときを考えるとわかるように、 y が実数であっても x が実数にならない場合があるよ。だから x が実数となるための y の条件を考える必要があるんだ。

生徒：そのような y の条件は、 $y \leq \boxed{\text{チツ}}$ または $y \geq \boxed{\text{テ}}$ です。

教師：そうだね。つまり、①の解が実数となるための条件は、②がその範囲で解を持つことなんだ。

生徒：わかりました。これで a , b の存在範囲が求められますね。

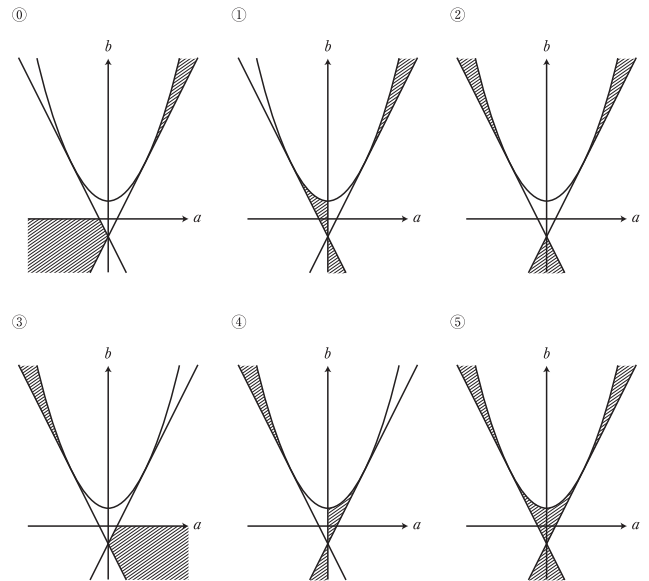
教師：では、それを ab -平面に図示すると、どのような図が描けるかな。

生徒： (a, b) の存在範囲の概略は、境界を含む斜線部分 ト になります。

タ の解答群

- ① $y^2 - ay - b - 2$ ② $y^2 - ay + b - 2$ ③ $y^2 + ay + b + 2$ ④ $y^2 + ay - b + 2$
⑤ $y^2 - ay - b + 2$ ⑥ $y^2 + ay + b - 2$ ⑦ $y^2 + ay - b - 2$

ト の解答群



2月3日
B日程

Ⅲ 有理数からなる数列 $\{a_n\}$, $\{b_n\}$ を

$$\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n = a_n + b_n\sqrt{5}$$

によって定める。次の問いに答えよ。

(1) a_{n+1} , b_{n+1} を a_n , b_n を用いて表すと、

$$a_{n+1} = \frac{\boxed{\text{ナ}}}{\boxed{\text{ニ}}} a_n + \frac{\boxed{\text{ヌ}}}{\boxed{\text{ネ}}} b_n, \quad b_{n+1} = \frac{\boxed{\text{ノ}}}{\boxed{\text{ハ}}} a_n + \frac{\boxed{\text{ヒ}}}{\boxed{\text{フ}}} b_n$$

である。また、 $a_n^2 - 5b_n^2 = (\boxed{\text{ヘホ}})^n$ である。

(2) $c_n = a_n - b_n\sqrt{5}$ とするとき、数列 $\{c_n\}$ の一般項は

$$c_n = \left(\frac{\boxed{\text{マ}} - \sqrt{\boxed{\text{ミ}}}}{\boxed{\text{ム}}} \right)^n$$

である。

(3) 数列 $\{a_n\}$, $\{b_n\}$ の一般項は

$$a_n = \frac{\boxed{\text{メ}}}{\boxed{\text{モ}}} \left\{ \left(\boxed{\text{ヤ}} + \sqrt{\boxed{\text{ユ}}} \right)^n + \left(\boxed{\text{ヨ}} - \sqrt{\boxed{\text{ラ}}} \right)^n \right\}$$

$$b_n = \frac{\sqrt{\boxed{\text{リ}}}}{\boxed{\text{ル}}^n \cdot \boxed{\text{レロ}}} \left\{ \left(\boxed{\text{ヤ}} + \sqrt{\boxed{\text{ユ}}} \right)^n - \left(\boxed{\text{ヨ}} - \sqrt{\boxed{\text{ラ}}} \right)^n \right\}$$

である。

Ⅳ 1 から 10 までの数字が 1 つずつ書かれたカードが 1 枚ずつ合計 10 枚ある。1 枚のコインを投げ、コインの表が出た場合はカードを 2 枚、裏が出た場合は 3 枚引くとする。次の問いに答えよ。

(1) 引いたカードに書かれている数字がすべて偶数である確率は、 $\frac{\boxed{\text{ワン}}}{\boxed{\text{あい}}}$ である。

(2) 引いたカードに書かれている数字が連続している確率は、 $\frac{\boxed{\text{う}}}{\boxed{\text{えお}}}$ である。

(3) 引いたカードに書かれている数字の合計が 11 となる確率は、 $\frac{\boxed{\text{かき}}}{\boxed{\text{くけこ}}}$ である。

英 語

解答はすべて解答用紙にマークしなさい。

- 1 次の A, B 2 つの英文を読んで問いに答えなさい。なお, 問いによっては 2 つの英文をよく読む必要があります。

A

この英文問題は著作権法上の都合により公開できません。
(出典) Catwatching and Catlore
(作者名) Desmond Morris

B

この英文問題は著作権法上の都合により公開できません。
(出典) Dogwatching
(作者名) Desmond Morris

— 41 —

— 42 —

- 問 4 下線部 4) の “corresponds to” に最も意味の近い語句を次の中から 1 つ選びなさい。

① is familiar with ② is helpful to
③ is equivalent to ④ is inconsistent with

- 問 5 5) の “take” について本文に最も適する形のものを次の中から 1 つ選びなさい。

① took ② taken ③ to take ④ taking

- 問 6 (6) に入る最も適当な語を次の中から 1 つ選びなさい。

① superior ② capable ③ lower ④ exceed

- 問 7 7) の [] 内の語句を正しく並べ替えて 3 番目のものを次の中から 1 つ選びなさい。

① to ② about ③ he ④ arrive ⑤ is

- 問 8 (8) に入る最も適当な語を次の中から 1 つ選びなさい。

① out ② away ③ for ④ by

- 問 9 本文の内容と一致するように, 次の語句に続けるものとして最も適当なものを 1 つ選びなさい。

What lies behind the excellent hearing ability of both cats and dogs is ...

① their innate preference for ultrasonic sounds.
② their desire to build a better relationship with their owners.
③ the necessity of capturing prey for survival.
④ the stable food supply they receive from their owners.

- 問 10 本文の内容と一致するものを次の中から 1 つ選びなさい。

① Compared to dogs, cats are said to have a harder time detecting mice, rats, and other small prey.
② When it comes to detecting high-pitched sounds, no animal can surpass dogs' remarkable hearing abilities.
③ Among all animals in the world, humans are actually the least capable of distinguishing sounds.
④ Both dogs and cats hear sounds that we cannot, making them seem to possess powers beyond nature.

— 43 —

- 2 次の英文を読んで問いに答えなさい。

Throughout human history, increasing population growth and changing dietary patterns have resulted in more and more land moving from forest or grasslands into agricultural production. Over the past few decades, the greatly increased use of chemical fertilizers and pesticides, plus changes in irrigation practices and improved seed stock, have (1) land already under cultivation to be farmed much more intensively. Considering current population trends—the United Nation's projections anticipate as much as a doubling of the world population by 2050—substantial intensification of agriculture on hectares now in cropland is certain, and conversion of more land to agricultural use is likely, especially in developing countries. Both actions will have serious effects on environmental quality and human health.

Over the long term, increased food production is ²⁾prerequisite for a healthy world population. More people will be seeking better diets; and as incomes rise, dietary patterns shift to include more animal protein. The methods used to grow this additional food, as well as the nature and extent of land conversion, will determine whether significant negative health impacts will arise.

Health concerns related to agricultural intensification result from increased exposure to toxic substances such as pesticides, a higher incidence of infectious diseases (3) the expansion of irrigation systems and the use of wastewater for irrigation, and increased human exposure to infectious agents as tropical forests and other ecosystems are converted to agricultural land. Agricultural intensification could undermine health in less direct ways as well. If ⁴⁾practices now common in some parts of the world persist or spread, basic agricultural resources could be degraded through soil erosion, loss of soil fertility, loss of genetic variability in crops, and depletion of water resources. This would eventually deplete agriculture's global productive capacity.

Synthetic fertilizers and pesticides ⁵⁾[dominant / a / have / role / played] in agricultural intensification in industrialized and developing countries for decades. Although both have become widely distributed in the environment, most of the concern related to the health consequences of agriculture now centers around pesticides.

— 44 —

By any measure—volume used, hectares treated, or market value—global pesticide use is large and still climbing. In 1995, total world pesticide consumption reached 2.6 million metric tons of so-called active ingredients, the biologically active chemicals at the heart of commercial pesticide formulations, with a market value of \$38 billion. Pesticides of choice in the developing world are often older, wide-ranging compounds belonging to chemical families noted for their acute toxicity. Such products are popular (6) they are considerably cheaper compared to the newer ones. *DDT and others are still widely used in the developing world, although their danger to humans and animals is well known. Many developed countries have banned or severely restricted the most toxic of these compounds but continue to manufacture and sell them. Trade in restricted and banned pesticides is almost impossible to track, so a critical policy issue is to determine how to (7) these older pesticides from circulation and use.

Global use of pesticides creates substantial health impacts in all parts of the world, although the exact toll is difficult to pinpoint. ⁸give both the various chemicals and types of exposure. In short, not all pesticides are equally risky, and not all people are equally at risk. Effects can be divided broadly into two categories: acute effects, which appear immediately or very soon after exposure; and chronic effects, which may manifest themselves many years later and whose origins are often difficult to trace.

*DDT：有機塩素系の殺虫剤

World Resources A guide to the Global Environment, Oxford Univ. Press, pp.41-42, 1998

- 問11 (1)の中に入る語として最も適当なものを次の中から1つ選びなさい。
① denied ② monitored ③ retained ④ enabled
- 問12 下線部2)の“prerequisite”と意味がほぼ同じものを次の中から1つ選びなさい。
① spontaneous ② essential ③ judicious ④ authorized
- 問13 (3)の中に入る語句として最も適当なものを次の中から1つ選びなさい。
① intent on ② distinct from ③ associated with ④ accustomed to

— 45 —

- 問14 下線部4)の“practices”が示す内容に含まれるものを次の中から1つ選びなさい。
① building water purification facilities
② implementing measures against pollution
③ the utilization of rainwater for household needs
④ agriculture leading to land degradation
- 問15 5)の[]内の語について、本文に適するように並べ換えたときの3番目の語を次の中から1つ選びなさい。
① dominant ② a ③ have ④ role ⑤ played
- 問16 (6)に入る語として最も適当なものを次の中から1つ選びなさい。
① nor ② until ③ because ④ than
- 問17 (7)に入る語として最も適当なものを次の中から1つ選びなさい。
① ascertain ② remove ③ negotiate ④ blame
- 問18 下線部8)の“give”について、本文に適する形のものを次の中から1つ選びなさい。
① to give ② giving ③ to be given ④ given
- 問19 本文の内容に適する正しい1文となるように、次の語句に続けるものとして最も適当なものを1つ選びなさい。

DDT and other older pesticides...

- ① are sold with a market value of \$38 billion in developing countries.
② have reduced toxicity thanks to improved manufacturing processes.
③ have brought about commercial success via discounted prices.
④ are still produced in industrially developed countries.
- 問20 本文の内容が最も問題視しているものを次の中から1つ選びなさい。
① modern agriculture dependent on chemicals
② high concentration of the population in cities
③ toxic substances accumulated by wild animals
④ pandemics resulting from infectious diseases

— 46 —

- 問21 本文の内容と一致するものを次の中から1つ選びなさい。
① It is necessary to restrict the population growth of developing countries by 2050.
② Creating new agricultural lands aims to increase the availability of feed for domestic animals.
③ Tracing chronic effects caused by pesticides is easily achieved.
④ As there are various types and conditions, some pesticides are less dangerous than others.

3 次各文の()内に入るものとして最も適当なものをそれぞれ1つ選びなさい。

- 問22 Further information on endangered species will be supplied on ().
① claim ② request ③ necessary ④ duty
- 問23 Cows bred in a cowshed are () to () exercise.
① apt / lack ② tend / underestimate
③ liable / fail ④ inclined / spoil
- 問24 A: Excuse me, I'd like to cancel this air ticket.
B: Well, cancellations are acceptable up to three days () to departure.
① ahead ② prior ③ advance ④ beforehand
- 問25 A: I was very sick, but I've completely recovered now.
B: It was () of you to see a doctor immediately.
① reckless ② agreeable ③ sensible ④ loyal
- 問26 A: Do you have any plans for the summer holidays?
B: I'll probably visit a famous world heritage site, () the weather is clear.
① as long ② owing to ③ in case of ④ provided that
- 問27 A: I'm always concerned about the amount of agricultural chemicals released into this river.
B: () that problem, I'm very worried that treatment facilities can't process enough wastewater.
① By means of ② Nevertheless ③ To sum up ④ In addition to

— 47 —

〔 化 学 〕

問	正解
1	3
2	2
3	4
4	4
5	3
6	9
7	2
8	6
9	3
10	6
11	3
12	5
13	7
14	4
15	8
16	6
17	6
18	1
19	5
20	3
21	3
22	2
23	9
24	5
25	4
26	7
27	5
28	3

〔 生 物 〕

問	正解
1	4
2	5
3	3
4	4
5	3
6	4
7	2, 4
8	1
9	1
10	4
11	5
12	1, 2, 7
13	3, 5
14	4
15	3
16	4
17	5
18	3
19	5
20	5
21	1, 2, 4
22	3, 5
23	6
24	3, 6
25	3

〔 数 学 〕

問	正解	問	正解
ア	1	ヘ	-
イ	2	ホ	1
ウ	6	マ	1
エ	1	ミ	5
オ	2	ム	2
カ	1	メ	1
キ	-	モ	2
ク	1	ヤ	1
ケ	-	ユ	5
コ	1	ヨ	1
サ	-	ラ	5
シ	1	リ	5
ス	0	ル	2
セ	4	レ	1
ソ	4	ロ	0
タ	6	ワ	1
チ	-	ン	1
ツ	2	あ	7
テ	2	い	2
ト	2	う	2
ナ	1	え	1
ニ	2	お	5
ヌ	5	か	1
ネ	2	き	1
ノ	1	く	1
ハ	2	け	4
ヒ	1	こ	4
フ	2		

〔 英 語 〕

問	正解
1	4
2	1
3	2
4	3
5	4
6	1
7	2
8	4
9	3
10	4
11	4
12	2
13	3
14	4
15	2
16	3
17	2
18	4
19	4
20	1
21	4
22	2
23	1
24	2
25	3
26	4
27	4