

平成21年度
日本留学試験(第2回)
試 験 問 題

生物

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「生物」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「生物」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	○	●

問1 原核生物 (prokaryote) と真核生物 (eukaryote) との比較について述べた次の文 a～d の中から正しいものを選び、その組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

- a 真核生物は核酸 (nucleic acid) として DNA と RNA を持つが、原核生物は DNA だけを持つ。
- b ゾウリムシ (paramecium) は真核生物に属し、アメーバ (amoeba) は原核生物に属する。
- c 真核生物は細胞壁 (cell wall) を持つものと持たないものがあるが、大腸菌 (*Escherichia coli*) のような原核生物は細胞壁を持つ。
- d 真核生物の細胞にはミトコンドリア (mitochondria) が見られるが、原核生物の細胞中にはミトコンドリアは見られない。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ b, c ⑤ b, d ⑥ c, d

問 2 2 種類の異なる濃度のスクロース (sucrose) 水溶液 (A 液と B 液) に、ある植物の表皮細胞 (epidermal cell) を浸した。次の実験 1～4 の結果から、スクロース水溶液に浸す前の細胞の浸透圧 (osmotic pressure) と、A 液、B 液の浸透圧との関係について、正しいものを下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2

実験 1 A 液に浸した細胞は、原形質分離 (plasmolysis) を起こした。

実験 2 B 液に浸した細胞は、原形質分離を起こした。

実験 3 A 液に浸した後に B 液に浸した細胞では、原形質 (protoplasm) の体積が減少した。

実験 4 B 液に浸した後に A 液に浸した細胞では、原形質の体積が増加した。

① 細胞 < A 液 < B 液

② 細胞 < B 液 < A 液

③ 細胞 \leq B 液 < A 液

④ A 液 < B 液 < 細胞

⑤ B 液 < A 液 < 細胞

問3 染色体 (chromosome) 数 $2n=16$ の動物の配偶子形成 (gametogenesis) について述べた次の文 a～e のうち、正しい組み合わせを下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

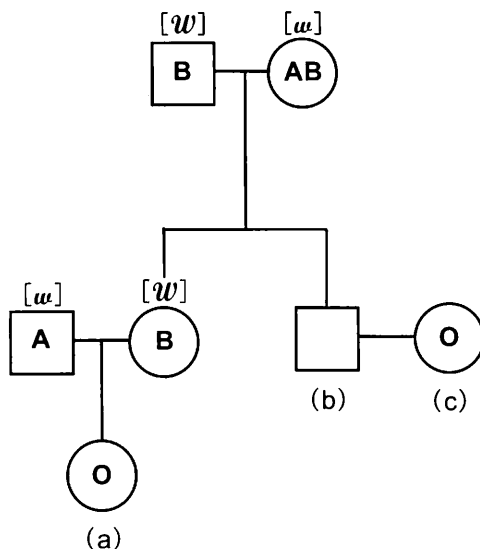
3

- a 配偶子 (gamete) である精子 (sperm) の持つ染色体には、 2^{16} 通りの組み合わせがある。
- b 配偶子である卵 (egg cell) の持つ染色体の組み合わせは、精子の持つ染色体の組み合わせの $1/4$ である。
- c 染色体の乗換え (crossing-over) が起こることによって、配偶子には染色体の組み合わせ以上の遺伝的多様性 (genetic diversity) が生じる。
- d 減数分裂 (meiosis) で相同染色体 (homologous chromosome) が分離することによって、配偶子の遺伝的多様性が生じる。
- e 減数分裂で、相同染色体が分離する前に倍増することによって、配偶子の遺伝的多様性が生じる。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① a, c | ② a, d | ③ b, c | ④ b, d |
| ⑤ c, d | ⑥ c, e | ⑦ d, e | |

問 4 次の図は、ある家族の家系図 (pedigree) である。四角は男性を示し、丸は女性を示す。

四角と丸の中のアルファベットは、ABO 式血液型 (ABO blood type) を示している。
 また、ヒトの耳あか (earwax) の形質 (character) は、湿型 (wet type) が優性 (dominant)、
 乾型 (dry type) が劣性 (recessive) であり、それぞれを $[w]$, $[u]$ で示している。
 ABO 式血液型をあらわす遺伝子 (gene) と耳あかの形質をあらわす遺伝子は、別々の
 常染色体 (autosome) 上にあり、耳あかの形質は、1 対の対立遺伝子 (allele) によっ
 て支配されている。図の (a) ~ (c) の人について、下の問い(1), (2)に答えなさい。



- (1) (a) の人が $[u]$ となる確率は何%か。最も適当なものを次の①～⑥の中から一つ選
 びなさい。

4

- ① 0% ② 25% ③ 33% ④ 50% ⑤ 67% ⑥ 75%

- (2) (b) と (c) を両親として生まれる子の血液型で、ありえないものをすべて選んだも
 のを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

- ① A 型 ② AB 型 ③ O 型
 ④ AB 型, O 型 ⑤ A 型, AB 型 ⑥ A 型, B 型

問 5 伴性遺伝 (sex-linked inheritance) についての次の文中の空欄 **a** ~ **f** には、性別 (雌または雄) が入る。「雄」が入るものの正しい組み合わせを、下の①~④の中から一つ選びなさい。

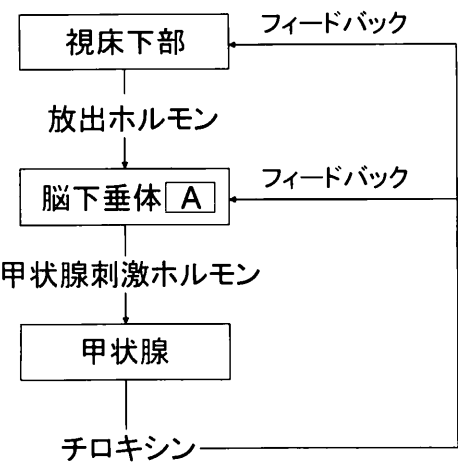
6

キイロショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) における伴性遺伝では、**a** は X 染色体 (X-chromosome) を 1 本しか持たないので、X 染色体上の遺伝子 (gene) 1 つで表現型 (phenotype) が決まる。これに対して **b** では、劣性遺伝子 (recessive gene) を 2 つそろえて持たない限り、劣性形質 (recessive trait) は現れない。このために、伴性遺伝では劣性形質は **c** に現れやすい。また、雄の子が受け取る形質は **d** 親に由来する。**e** 親が劣性形質を示す場合には、雄の子には必ず劣性形質が現れるが、**f** 親が劣性形質を示していてもその遺伝子は雄の子には伝わらない。

- ① a, c, f ② a, d, e ③ b, d, e ④ b, c, f

問 6 次の図は、甲状腺 (thyroid) から分泌 (secretion) されるチロキシン (thyroxine) の分泌調節のしくみをあらわしたものである。図中の空欄 **A** の名称とチロキシンの働きについての正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7



視床下部 (hypothalamus) , フィードバック (feedback) ,
放出ホルモン (releasing hormone) , 脳下垂体 (pituitary gland) ,
甲状腺刺激ホルモン (thyroid-stimulating hormone)

	A の名称	チロキシンの働き
①	前葉 (anterior lobe)	代謝 (metabolism) を促進する
②	前葉	腎臓 (kidney) での水の再吸収を促進する
③	前葉	血液中のカルシウムイオン (Ca ²⁺) 濃度を上昇させる
④	後葉 (posterior lobe)	代謝を促進する
⑤	後葉	腎臓での水の再吸収を促進する
⑥	後葉	血液中のカルシウムイオン濃度を上昇させる

問7 ヒトの脳 (brain) と脊髄 (spinal cord) について述べた文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① 脳は外側が白質 (white matter) で内側が灰白質 (gray matter) になっているが、脊髄は外側が灰白質で内側が白質になっている。
- ② 随意運動 (voluntary movement) の中枢 (center) は大脳 (cerebrum) の運動野 (motor cortex) にあるが、眼球運動 (eye movement) を調節する中枢は中脳 (mesencephalon) にある。
- ③ 間脳 (diencephalon) は、血糖 (blood glucose) の濃度や呼吸運動 (respiratory movement) を調節する中枢である。
- ④ 学習 (learning) による行動には大脳が関係するが、本能 (instinct) による行動には大脳は関係しない。
- ⑤ 感覚神経 (sensory nerve) は腹根 (ventral root) から脊髄に入り、運動神経 (motor nerve) は背根 (dorsal root) から脊髄を出る。

問 8 マカラスムギ (*Avena sativa*) の幼葉鞘 (coleoptile) の光屈性 (phototropism) に関する次の問い(1), (2)に答えなさい。

(1) 光屈性が起こる運動のしくみと、光屈性に大きく関わる物質名の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

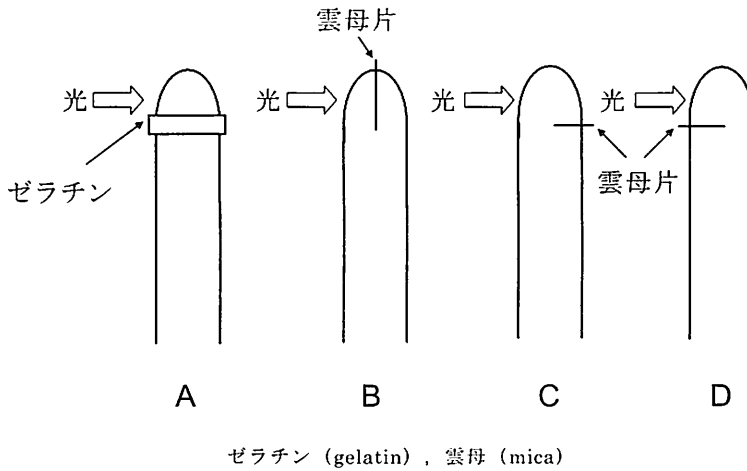
9

	光屈性のしくみ	物質名
①	細胞ごとの膨圧の変化による運動	ジベレリン
②	細胞ごとの膨圧の変化による運動	エチレン
③	細胞ごとの膨圧の変化による運動	インドール酢酸
④	細胞ごとの成長の差による運動	ジベレリン
⑤	細胞ごとの成長の差による運動	エチレン
⑥	細胞ごとの成長の差による運動	インドール酢酸

膨圧 (turgor pressure) , ジベレリン (gibberellin) ,
エチレン (ethylene) , インドール酢酸 (indoleacetic acid)

(2) マカラスムギの幼葉鞘を用いて次の図 A～D のような実験を行った。光の当たる方向への幼葉鞘の屈曲が明確に観察される実験を二つ選び、その組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

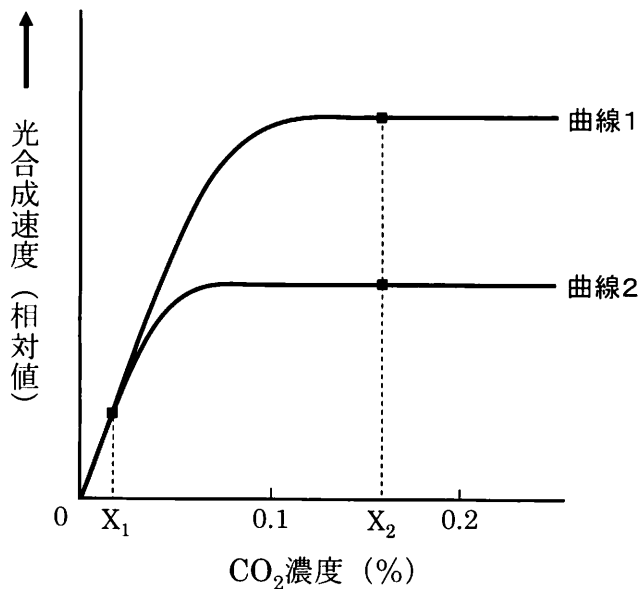


- A 先端を切ってゼラチンを挿入した。
 B 光に対して垂直に雲母片を差し込んだ。
 C 光の当たらない側に雲母片を差し込んだ。
 D 光の当たる側に雲母片を差し込んだ。

- ① A, B ② A, C ③ A, D ④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D

問 9 次の図は、ある植物の光合成（photosynthesis）における二酸化炭素（CO₂）濃度と光合成速度（photosynthetic rate）の関係を示したものである。ただし、温度は一定に保つものとし、光の強さは光飽和点（light saturation point）に達していないものとする。二酸化炭素濃度 X₁、X₂のときの限定要因（limiting factor）および、曲線 1 と曲線 2 の光の強さの比較についての正しい組み合わせを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

11



	X ₁ のときの 限定要因	X ₂ のときの 限定要因	曲線 1 の 光の強さ	曲線 2 の 光の強さ
①	光の強さ	CO ₂ 濃度	強い	弱い
②	光の強さ	CO ₂ 濃度	弱い	強い
③	CO ₂ 濃度	光の強さ	強い	弱い
④	CO ₂ 濃度	光の強さ	弱い	強い

問 10 次の表は、ヒトの赤血球 (erythrocyte) と血しょう (blood plasma) 中のナトリウムイオン (Na^+) とカリウムイオン (K^+) のイオン濃度の相対値を示したものである。この表を参考にして、赤血球とイオンについて述べた下の文 a～e のうち、正しいもの二つの組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

	Na^+	K^+
赤血球内	2	155
血しょう中	140	5

- a K^+ は赤血球の外側で濃度が高く、 Na^+ は内側で濃度が高い。
- b K^+ は赤血球の内側で濃度が高く、 Na^+ は外側で濃度が高い。
- c 赤血球の内側と外側で、 Na^+ や K^+ などのイオンの濃度差が生じるのは、細胞膜 (cell membrane) の受動輸送 (passive transport) による。
- d 細胞質基質 (cytoplasmic matrix) に存在するナトリウムポンプ (sodium pump) は、ATPのエネルギーを使い Na^+ を赤血球外へ運び出している。
- e 細胞膜に存在するナトリウムポンプは、ATPのエネルギーを使い Na^+ を赤血球外へ運び出している。

- ① a, c ② a, d ③ a, e ④ b, c ⑤ b, d ⑥ b, e

問11 次の反応について述べた文として誤っているものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

13

ヒル (R.Hill) は、緑葉をすりつぶしてつくった葉緑体 (chloroplast) を含む液にシュウ酸鉄 (iron oxalate) (Ⅲ) を加え、二酸化炭素 (carbon dioxide) を除いてから光をあてた。その結果、酸素 (oxygen) が発生し、シュウ酸鉄 (Ⅲ) はシュウ酸鉄 (Ⅱ) に変化した。

- ① 光合成 (photosynthesis) によって発生する酸素は、水の分解によるものであった。
- ② 二酸化炭素を除いたので、発生した酸素は二酸化炭素由来ではないと考えられた。
- ③ シュウ酸鉄 (Ⅲ) はこの場合、酸化剤 (oxidant) として働いていた。
- ④ 酸素発生量は、シュウ酸鉄 (Ⅱ) の生成量に比例した。
- ⑤ この反応は、ストロマ (stroma) にあるカルビン・ベンソン回路 (Calvin-Benson cycle) で行われていた。

問12 次の a～d の現象の中で、ATP に保存されている化学エネルギーが使われるものはどれか。正しいものを二つ選び、その組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14

- a 酵素 (enzyme) がタンパク質 (protein) を消化して、アミノ酸 (amino acid) に分解する。
- b オオカナダモ (*Egeria densa*) の葉の細胞が、原形質分離 (plasmolysis) を起こす。
- c 緑色植物の葉では、光合成 (photosynthesis) によってデンプン (starch) が合成される。
- d 筋収縮 (muscle contraction) はアクチン (actin) とミオシン (myosin) というタンパク質の相互的な働きによって起こる。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ b, c ⑤ b, d ⑥ c, d

問13 グルコース (glucose) を基質 (substrate) とした好気呼吸 (aerobic respiration) について説明した文として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

- ① 解糖系 (glycolysis) では、グルコース1分子あたり2分子のピルビン酸 (pyruvic acid) が生じ、差し引き2分子のATPがつくられる。
- ② ピルビン酸は、ミトコンドリア (mitochondria) のマトリックス (matrix) に存在する脱炭酸酵素 (decarboxylase) と脱水素酵素 (dehydrogenase) の働きを受けて、酸素 (oxygen) と水素 (hydrogen) に分解される。
- ③ クエン酸回路 (citric acid cycle) では、ピルビン酸2分子あたり2分子のATPがつくられる。
- ④ 補酵素 (coenzyme) によってミトコンドリアの内膜 (inner membrane) まで運ばれた水素[H]は、水素イオンと電子に分けられ、電子は内膜に存在するタンパク質 (protein) に次々と伝達される。
- ⑤ 電子伝達系 (electron transport system) の進行にともなって、ミトコンドリアの内膜でグルコース1分子あたり34分子のATPがつくられる。

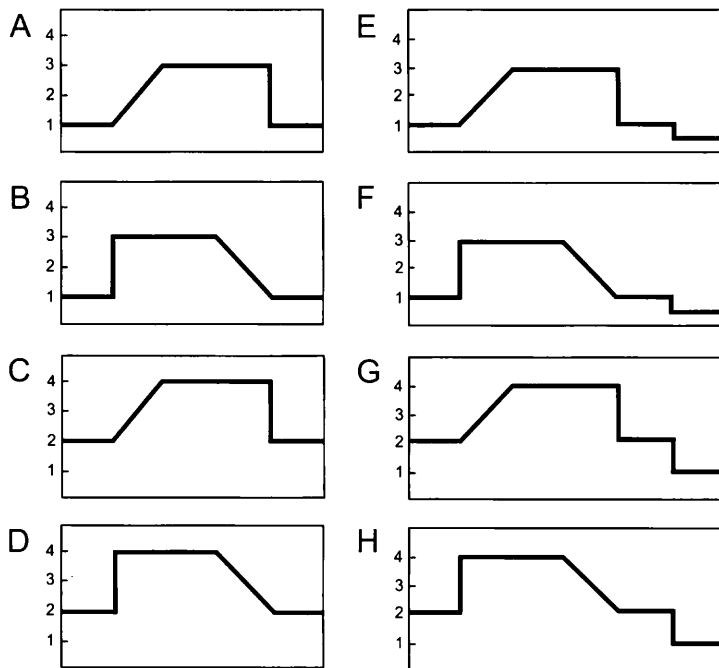
問14 タンパク質 (protein) の構造や性質について述べた文として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

16

- ① タンパク質はアミノ酸 (amino acid) が多数結合したもので、その種類と数および配列の順序によって様々な立体構造を持つ。
- ② タンパク質の二次構造 (secondary structure) として、らせん構造 (helical structure) やジグザグ構造 (zigzag structure) がある。
- ③ 酵素 (enzyme) が基質特異性 (substrate specificity) を示すのは、その酵素タンパク質と基質 (substrate) の立体構造が、かぎとかぎ穴のように合う形をしているからである。
- ④ 変性 (denaturation) したタンパク質では、アミノ酸の数や配列順序が変化する。

問 15 次のグラフは、真核生物 (eukaryote) の体細胞分裂 (somatic cell division) と減数分裂 (meiosis) における DNA 量の変化を示したものである。縦軸は細胞 1 個あたりの DNA 量の相対値を示し、横軸は時間の経過を示している。A~H のグラフのうち、体細胞分裂と減数分裂それぞれの DNA 量の変化を正しく示したものの組み合わせを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

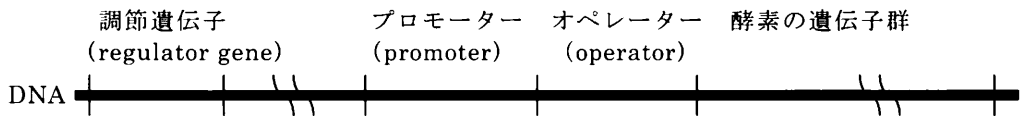
17



	体細胞分裂	減数分裂
①	A	E
②	A	G
③	B	F
④	B	H
⑤	C	E
⑥	C	G
⑦	D	F
⑧	D	H

問 16 次の図は、大腸菌 (*Escherichia coli*) のラクターゼ (lactase) などの酵素 (enzyme) の遺伝子 (gene) と、その発現調節に関わる DNA 上の領域を模式的に示したものである。大腸菌は、培地 (medium) 中にグルコース (glucose) がなく、ラクトース (lactose) があるときにはラクターゼなどの酵素をつくり、培地中にラクトースがないときにはラクターゼなどの酵素をつくらない。DNA 上の領域についての説明として正しいものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

18



- ① プロモーターは、DNA ポリメラーゼ (DNA polymerase) が結合する部位である。
- ② オペレーターはラクトースがないとき、調節タンパク質 (regulatory protein) が結合する部位である。
- ③ 調節遺伝子は、プロモーターの働きを調節する遺伝子である。
- ④ 酵素の遺伝子群は、調節タンパク質がオペレーターに結合すると転写 (transcription) される。

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ～ **75** は空欄にしてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。