

平成22年度  
日本留学試験(第1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 細胞内では、さまざまなタンパク質 (protein) が合成されている。タンパク質の中には、消化酵素 (digestive enzyme) や抗体 (antibody) などのように、細胞外に分泌 (secretion) されるものがある。次の文 a, b に当てはまる細胞内の構造として正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

- a 細胞内でのタンパク質の合成の場となる。
- b 細胞外への分泌にかかわる。

	a	b
①	ミトコンドリア (mitochondrion)	リボソーム (ribosome)
②	ミトコンドリア	ゴルジ体 (Golgi body)
③	ゴルジ体	リボソーム
④	ゴルジ体	中心体 (centrosome)
⑤	リボソーム	ミトコンドリア
⑥	リボソーム	ゴルジ体

問2 細胞分裂を繰り返している真核細胞 (eukaryotic cell) の細胞周期 (cell cycle) は、光学顕微鏡 (light microscope) で染色体 (chromosome) に変化が見られない間期 (interphase) と、染色体の形の変化が観察される分裂期に大きく分けることができる。分裂期はさらに前期 (prophase)、中期 (metaphase)、後期 (anaphase)、終期 (telophase) に区分される。

DNA の複製 (replication) と各期にかかる時間について述べた文として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2
---

- ① DNA の複製は、染色体が太く短くなっていく分裂期前期に行われ、分裂期の中では前期にかかる時間が最も長い。
- ② DNA の複製は、染色体が太く短くなっていく分裂期前期に行われ、分裂期の中では前期にかかる時間が最も短い。
- ③ DNA の複製は、染色体が分離した後の分裂期終期に行われ、分裂期の中では終期にかかる時間が最も長い。
- ④ DNA の複製は、染色体が分離した後の分裂期終期に行われ、分裂期の中では終期にかかる時間が最も短い。
- ⑤ DNA の複製は、染色体に変化が見られない間期に行われ、間期にかかる時間が分裂期よりも長い。
- ⑥ DNA の複製は、染色体に変化が見られない間期に行われ、間期にかかる時間が分裂期よりも短い。

問3 ニワトリ (chicken) の皮膚 (skin) はおもに真皮 (corium) と表皮 (epidermis) からなり、背中の皮膚は羽毛 (feather) を、あしの皮膚はうろこ (scale) を形成している。

ニワトリの胚 (embryo) から、将来羽毛が生じる背中の皮膚とうろこが生じるあしの皮膚を切り取り、真皮と表皮に分離した。分離した真皮と表皮を 4 通りの組み合わせで培養 (culture) したところ、次の表のように羽毛かうろこが形成された。

この結果について述べた文として正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

真皮と表皮の組み合わせ	形成された物
背中の真皮 + 背中の表皮	羽毛
あしの真皮 + あしの表皮	うろこ
背中の真皮 + あしの表皮	羽毛
あしの真皮 + 背中の表皮	うろこ

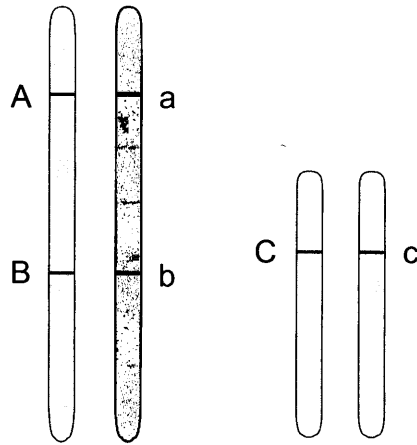
- ① 中胚葉 (mesoderm) 性である表皮は、中胚葉性である真皮には関係なく分化 (differentiation) した。
- ② 外胚葉 (ectoderm) 性である表皮は、中胚葉性である真皮には関係なく分化した。
- ③ 外胚葉性である表皮は、外胚葉性である真皮には関係なく分化した。
- ④ 中胚葉性である表皮は、中胚葉性である真皮に誘導され分化した。
- ⑤ 外胚葉性である表皮は、中胚葉性である真皮に誘導され分化した。
- ⑥ 外胚葉性である表皮は、外胚葉性である真皮に誘導され分化した。

問 4 次の図は、ある生物の体細胞 (somatic cell) の染色体 (chromosome) 構成と遺伝子 (gene) の配置を模式的に示している。遺伝子 AB 間の組換え価 (recombination value) が 20% であるとき、この生物から生じる配偶子 (gamete) の遺伝子の組み合わせ

$ABC : ABc : AbC : Abc : aBC : aBc : abC : abc$

はどのような比で生じるか。正しいものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4



- ①  $1 : 1 : 4 : 4 : 4 : 4 : 1 : 1$
- ②  $1 : 1 : 8 : 8 : 8 : 8 : 1 : 1$
- ③  $4 : 4 : 1 : 1 : 1 : 1 : 4 : 4$
- ④  $4 : 4 : 1 : 1 : 4 : 4 : 1 : 1$
- ⑤  $8 : 1 : 8 : 1 : 8 : 1 : 8 : 1$
- ⑥  $8 : 8 : 1 : 1 : 1 : 1 : 8 : 8$

問5 ヒトの腎臓（<sup>じんぞう</sup>kidney）における尿（urine）の生成過程において、ある物質の濃縮率は次のように示される。

$$\text{濃縮率} = \frac{\text{尿中の濃度（\%）}}{\text{血しょう中の濃度（\%）}}$$

次の表は、健康なヒトの血しょう（blood plasma）に含まれる5つの成分の濃縮率を示している。この中で、下の文 a, b に当てはまる成分はどれか。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

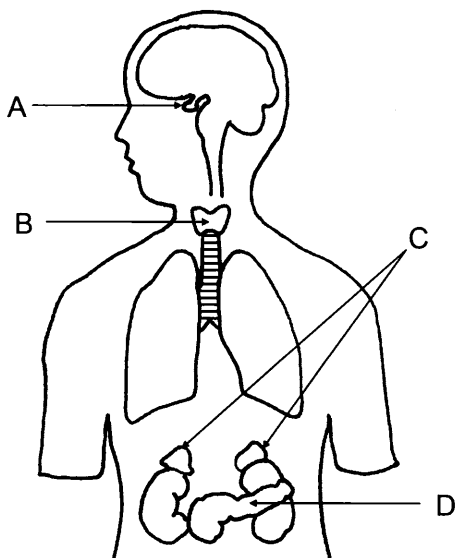
血しょう中の成分	濃縮率
タンパク質	0
グルコース	0
ナトリウムイオン	1
尿素	67
クレアチニン	75

タンパク質（protein）、グルコース（glucose）、  
ナトリウムイオン（Na<sup>+</sup>）、尿素（urea）、  
クレアチニン（creatinine）

- a 100%再吸収される。  
b 再吸収率が水とほぼ同じである。

	a	b
①	タンパク質	ナトリウムイオン
②	グルコース	ナトリウムイオン
③	タンパク質	尿素
④	グルコース	尿素
⑤	タンパク質	クレアチニン
⑥	グルコース	クレアチニン

問6 次の図のA～Dは、ヒトにおいて内分泌腺（endocrine gland）が存在する器官（organ）を示している。これに関する下の問い(1)，(2)に答えなさい。



(1) 糖質コルチコイド（glucocorticoid）の分泌（secretion）を促す経路として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

- ① 視床下部（hypothalamus）→ 交感神経（sympathetic nerve）→ B
- ② 視床下部 → 交感神経 → C
- ③ 視床下部 → 交感神経 → D
- ④ 視床下部 → A → B
- ⑤ 視床下部 → A → C
- ⑥ 視床下部 → A → D

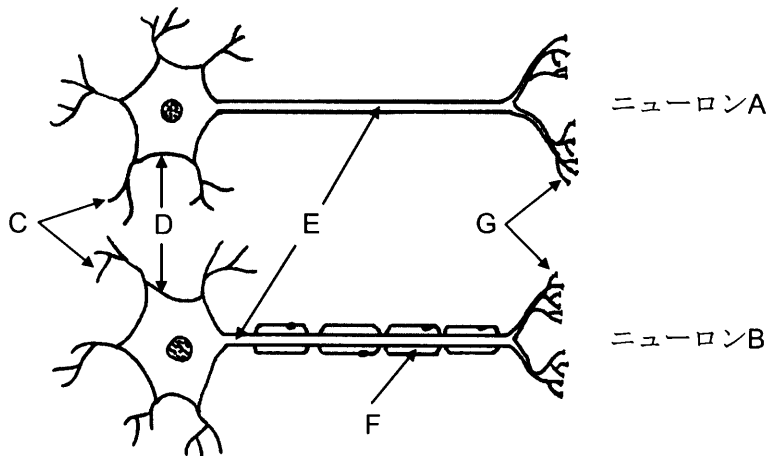
(2) 糖質コルチコイドの働きとして正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

7
---

- ① 肝臓 (liver) に貯蔵されたグリコーゲン (glycogen) をグルコース (glucose) に分解する働きを促進する。
- ② 腎臓 (kidney) におけるナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) の再吸収を促進する。
- ③ 血液 (blood) に含まれるカルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) の濃度を増加させる。
- ④ タンパク質 (protein) からのグルコースの合成を促進する。
- ⑤ 細胞への糖の取り込みと消費を促進する。



問7 次の図は、構造の異なる2つのニューロン (neuron) を模式的に示したものである。これに関する下の問い(1)，(2)に答えなさい。



(1) 図中の F の性質と興奮の伝導速度 (conduction velocity) の説明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 F は電気を通しやすい性質をもつ。興奮の伝導速度はニューロン A の方が大きい。
- ② F は電気を通しやすい性質をもつ。興奮の伝導速度はニューロン B の方が大きい。
- ③ F は電気を通しにくい性質をもつ。興奮の伝導速度はニューロン A の方が大きい。
- ④ F は電気を通しにくい性質をもつ。興奮の伝導速度はニューロン B の方が大きい。
- ⑤ F は電気の通しやすさに関係なく，ニューロン A とニューロン B で興奮の伝導速度に差はない。

- (2) 図の C～G より，神経伝達物質（neurotransmitter）を放出する部分と受け取る部分の正しい組み合わせを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

	放出する部分	受け取る部分
①	C	G
②	C	E, F
③	D	C, G
④	D	E, G
⑤	G	C, D
⑥	G	C, E

問 8 免疫には、抗体（antibody）がおもに働く体液性免疫（humoral immunity）と、T細胞などの細胞が直接抗原（antigen）を排除する細胞性免疫（cellular immunity）とがある。次の文 a～d は、体液性免疫と細胞性免疫のどちらか。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

- a ある植物の花粉（pollen）が抗原となり、涙・鼻水などのアレルギー（allergy）症状を引き起こすことがある。
- b ウマなどの動物に抗原を注射し、その血清（serum）を抗血清（antiserum）としてヒトに注射して治療する方法を血清療法（serotherapy）という。毒ヘビにかまれたときなどに行われる。
- c ネズミにおいて、他の個体の皮膚（skin）などの組織（tissue）を移植（transplantation）すると、通常、移植片は非自己と認識され脱落してしまう。
- d ツベルクリン反応（tuberculin reaction）とは、結核菌（*Mycobacterium tuberculosis*）のタンパク質（protein）をヒトに注射したとき、結核菌に感染したことがある場合は、1～2 日後に炎症を起こして赤くはれる現象である。

	体液性免疫	細胞性免疫
①	d	, a, b, c
②	a, b	c, d
③	c, d	a, b
④	a, c	b, d
⑤	b, d	a, c
⑥	a, b, c	d

問9 タバコ (tobacco) やレタス (lettuce) の葉の気孔 (stoma) について説明した文として誤っているものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

- ① 気孔が開くためには、気孔を形成している一对の孔辺細胞 (guard cell) で膨圧 (turgor pressure) が上昇することが必要である。
- ② 孔辺細胞には他の表皮 (epidermis) の細胞と異なり、葉緑体 (chloroplast) が存在している。
- ③ 水分が不足するとアブシシン酸 (abscisic acid) が合成されて茎や葉に輸送され、この働きによって孔辺細胞の膨圧が下がって気孔が閉じる。
- ④ 光合成 (photosynthesis) が盛んなとき、気孔が開くことによって植物体内に二酸化炭素 (carbon dioxide) が取り込まれ、酸素 (oxygen) や水分が放出される。
- ⑤ 気孔から入った二酸化炭素や窒素 (nitrogen) が植物に吸収され、炭酸同化 (carbon dioxide assimilation) や窒素同化 (nitrogen assimilation) に利用される。
- ⑥ 生育条件が良い環境では、葉に光があたっている昼は気孔が開いているが、夜暗くなると気孔は閉じる。

問 10 アルコール発酵 (alcoholic fermentation) における気体発生量と温度との関係について調べるため、次の実験を行った。

10%グルコース (glucose) 水溶液 100ml を煮沸して溶けている気体を追い出し、室温にした後に、乾燥酵母 (dry yeast) 5g を加えて発酵液とした。発酵液を 6 本の注射器に同量ずつ分けて入れ、20℃、30℃、40℃、50℃、60℃、70℃に保った。10 分後に注射器内に発生した気体の体積を測定したところ、次の表のようになった。

この実験について述べた下の文①～④の中から、正しいものを一つ選びなさい。

12

温度 (°C)	20	30	40	50	60	70
気体発生量 (ml)	0.5	3.0	6.7	6.1	3.8	0.6

- ① 乾燥酵母を加える前のグルコース水溶液から気体を追い出すのは、グルコースと気体が反応するのを防ぐためである。
- ② この実験で用いた発酵液に酸 (acid) や塩基 (base) を加えて実験しても、実験結果は今回とほぼ同じになる。
- ③ 70℃において、気体発生量が少ないのは、反応に関係する酵素 (enzyme) の活性が失われたためである。
- ④ 20℃において、気体発生量が少ないのは、反応に関係する酵素が変性 (denaturation) したためである。

問 11 細菌における光合成 (photosynthesis) と化学合成 (chemosynthesis) に関する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。

13

- ① 光合成細菌 (photosynthetic bacteria) は、バクテリオクロフィル (bacteriochlorophyll) を光合成色素 (photosynthetic pigment) としてもち、光エネルギーを吸収し光合成を行う。
- ② 緑色硫黄細菌 (green sulfur bacteria) や紅色硫黄細菌 (purple sulfur bacteria) は、光合成細菌に含まれる。
- ③ 光合成細菌は、光合成によって二酸化炭素 (carbon dioxide) を固定し、酸素 (oxygen) を放出する。
- ④ 化学合成細菌 (chemosynthetic bacteria) は、光エネルギーの代わりに、無機物 (inorganic substance) を酸化 (oxidation) するときに得られる化学エネルギーを利用する。
- ⑤ 硝酸菌 (nitrate bacteria) は、化学エネルギーを利用して炭酸同化 (carbon dioxide assimilation) を行っており、化学合成細菌の一種である。

問 12 DNA の半保存的複製 (semiconservative replication) について述べた文として正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

14

- ① メセルソン (M. Meselson) とスタール (F. Stahl) は、塩基 (base) に含まれる炭素 (carbon) の同位体 (isotope) を用いて、DNA の半保存的複製を証明した。
- ② 細胞が増殖するときの DNA 複製 (DNA replication) は、真核生物 (eukaryote) では半保存的に起こるが、原核生物 (prokaryote) では半保存的には起こらない。
- ③ 2 本鎖 DNA が分離し、それぞれが鋳型 (template) となり相補的な塩基配列 (base sequence) をもつヌクレオチド鎖 (nucleotide chain) が新生される。
- ④ DNA の半保存的複製時に新しく合成された 1 本鎖 DNA のそれぞれは、互いに同じ塩基配列をもつ。

問13 ヘモグロビン (hemoglobin) の  $\beta$  鎖の6番目のアミノ酸 (amino acid) はグルタミン酸 (glutamic acid) であるが、鎌状赤血球症 (sickle cell anemia) ではバリン (valine) に置換 (substitution) している。この違いによって、低酸素状態になると赤血球 (erythrocyte) が変形することが知られている。

このアミノ酸の置換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。

15
----

- ① アミノ酸の置換が起こるのは、DNA の塩基配列 (base sequence) の一部が、正常の塩基配列と異なるからである。
- ② アミノ酸の置換が起こるのは、DNA の複製 (replication) が行われるときに、常に塩基 (base) の置換が起こるからである。
- ③ アミノ酸の置換が起こるのは、転写 (transcription) によって mRNA が作られる際に、常に塩基の置換が起こるからである。
- ④ アミノ酸の置換が起こるのは、翻訳 (translation) の過程でグルタミン酸のコドン (codon) に対して、バリンが指定されるからである。
- ⑤ アミノ酸の置換が起こるのは、翻訳後のポリペプチド (polypeptide) 鎖がタンパク質 (protein) の立体構造を形成するときに、グルタミン酸がバリンに入れ替わるからである。

問 14 ホメオティック遺伝子(homeotic gene)やその働きについて述べた次の文 a～eの中から、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。

16
----

- a フェニルケトン尿症(phenylketonuria)は、ホメオティック遺伝子に変化した場合の一例である。
- b キイロショウジョウバエ(*Drosophila melanogaster*)の胸部に二対のはねが形成されるのは、ホメオティック遺伝子に変化した場合の一例である。
- c ホメオティック遺伝子は、調節遺伝子(regulatory gene)なのでタンパク質(protein)の遺伝情報を含まない。
- d 昆虫(insect)のそれぞれの体節(segment)が特異的構造をもつのは、体節ごとに決まったホメオティック遺伝子が発現するからである。
- e ホメオティック遺伝子は昆虫のからだづくりに働くが、脊椎動物(vertebrate)にはみられない。

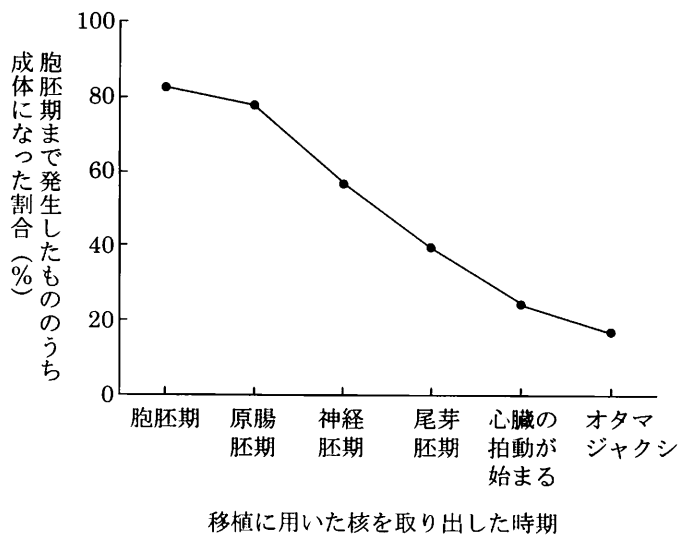
- ① a, c      ② a, d      ③ a, e      ④ b, c      ⑤ b, d      ⑥ b, e



問 15 アフリカツメガエル (*Xenopus laevis*) で次のような核移植 (nuclear transplantation) の実験を行った。この実験結果を参考にして、細胞の分化 (differentiation) と遺伝子 (gene) について述べた文として正しいものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

17

いろいろな発生段階 (developmental stage) の胚 (embryo) や幼生 (larva) の細胞から核 (nucleus) を取り出し、核を除いた未受精卵 (unfertilized egg) に移植した。次の図は、核移植の後に胞胚期 (blastula stage) まで発生した胚のうち成体が得られた割合を、核を取り出した胚や幼生の発生段階ごとに示している。



原腸胚期 (gastrula stage), 神経胚期 (neurula stage), 尾芽胚期 (tail bud stage), 心臓 (heart), 拍動 (pulsation), オタマジャクシ (tadpole)

- ① 細胞の分化が進むと、その細胞の遺伝子がしだいに失われていく。
- ② 細胞の分化が進むと、その細胞の遺伝子がしだいに増加していく。
- ③ 分化した細胞は、それぞれ異なる遺伝子をもつため多様な細胞となる。
- ④ 分化した細胞の核でも、受精卵 (fertilized egg) と同じ遺伝子セットをもっている。

問 16 タンパク質 (protein) とそれを構成しているアミノ酸 (amino acid) の構造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。

**18**

- ① アミノ酸の一般構造は、1 個の窒素 (N) を中心に、カルボキシル基 (carboxyl group) , アミノ基 (amino group) , 水素原子 (H) および側鎖 (side chain) が結合したものである。
- ② アミノ酸には 30 種類の側鎖があるので、アミノ酸の種類は 30 種類である。
- ③ アミノ酸どうしの結合は、アミノ基とカルボキシル基から 1 分子の二酸化炭素 (carbon dioxide) が取り除かれて結合するペプチド結合 (peptide bond) である。
- ④ タンパク質はポリペプチド (polypeptide) が折りたたまれて複雑な立体構造をつくっており、アミノ酸の配列が異なると立体構造も異なる。
- ⑤ タンパク質によっては、複数のポリペプチドが組み合わさって三次構造 (tertiary structure) をつくるものがある。

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ～ **75** はマークしないでください。  
解答用紙左上の科目欄に「生物」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。