

令和3年度 金沢医科大学医学部入学者選抜試験問題
一般選抜（前期）【生物】

次の1～3の問題に答えなさい。設問に特別指示のないものについては、解答群の中から答えとして適したものを1つ選びなさい。指示のある設問については、それに従って答えなさい。複数選択の指示がある場合は、同一の解答欄に複数マークしなさい。なお、1モルとは 6×10^{23} 個の粒子（分子など）の集団で、単位としてmolを用いる。

〔 解答番号 1 ～ 55 〕

1 次の（1）～（7）の設問に答えなさい。

（1）モータータンパク質のダイニンは、直径約 1 nm の細胞骨格上を 2 に向かって移動する。

1 に当てはまる数字と 2 に当てはまる語をそれぞれ選びなさい。

① 1 ② 7 ③ 10 ④ 25 ⑤ 100 ⑥ プラス端 ⑦ マイナス端 ⑧ プラスとマイナスの両端

（2）クエン酸回路では、ピルビン酸 2 分子当たり、基質レベルのリン酸化により 3 分子の ATP が生じる。また、 CO_2 は 4 分子、NADH は 5 分子、 FADH_2 は 6 分子生じる。

3 ～ 6 に適する数字をマークしなさい。

（3）人工合成 RNA と、大腸菌から調製した翻訳に必要な成分を試験管内で混合し、遺伝暗号を解読する実験 1～3 を行ったところ、以下のような結果が得られた。

実験 1: UG を繰り返した RNA からは、システインとバリンを含むポリペプチドがつけられた。

実験 2: GUG を繰り返した RNA からは、グリシンのみからなるポリペプチド、トリプトファンのみからなるポリペプチドおよびバリンのみからなるポリペプチドがつけられた。

実験 3: GGUC を繰り返した RNA からは、アルギニン、セリン、グリシン、バリンを含むポリペプチドがつけられた。

実験結果から、トリプトファンを指定する mRNA のコドンは 7 8 9 と推定される。7 ～ 9 に当てはまる塩基を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回選んでもよい。

① A ② T ③ G ④ C ⑤ U

（4）動物の胚発生に関する記述として適切なものを 2 つ選びなさい。 10

- ① イモリの眼杯は、脳からの誘導により表皮からできる。
- ② カエルのコーディンタンパク質は神経誘導を促進する。
- ③ カエルのノーダルタンパク質は予定内胚葉域で合成される。
- ④ カエルの胞胚の腹側領域には β カテニンタンパク質が蓄積する。
- ⑤ ショウジョウバエのアンテナペディア突然変異体では、頭部に腹部の特徴が現れる。
- ⑥ ショウジョウバエの未受精卵前端にはピコイドタンパク質が蓄えられている。

（5）植物ホルモンのジベレリンとエチレンは、細胞壁のセルロース繊維の方向を調節して、細胞が大きくなる方向を制御している。ジベレリンがはたらくと、11 に配列するセルロース繊維が増えるため、細胞は12 に大きくなる。これにより、茎は13 が促進される。一方エチレンがはたらくと、14 に配列するセルロース繊維が増えるため、細胞は15 に大きくなる。これにより、茎は16 が促進される。

11 ～ 16 に当てはまる語をそれぞれ選びなさい。なお、同じ選択肢を複数回選んでもよい。

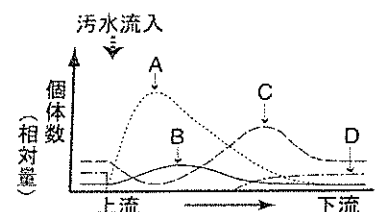
① 縦方向 ② 横方向 ③ 伸長成長 ④ 肥大成長

（6）標識再捕法が利用できる条件のもと、X 池に生息するある魚の個体数を標識再捕法により調査した。はじめにこの魚を無作為に捕獲したところ、雄が 90 匹と雌が 30 匹得られた。これらの個体にすべて印を付けて同じ場所に放した。数日後に、再び同じ方法で捕獲すると、雄が 96 匹と雌が 36 匹得られた。このうち、雄 64 匹と雌 8 匹には数日前に付けた印が認められた。X 池に生息するこの魚の個体数は、雄が17 18 19 匹、雌が20 21 22 匹と推定される。17 ～ 22 に適する数字をマークしなさい。なお、解答が 50 匹のような場合は、0 5 0 匹としてマークしなさい。

（7）右図は、清流に有機物を含む汚水が流入したときにみられる、生物の個体数の変化を示している。A～D はそれぞれどの生物を示していると考えられるか。

A: 23, B: 24, C: 25, D: 26

① 原生動物（ゾウリムシなど） ② 細菌 ③ 水生昆虫 ④ 藻類



令和3年度 金沢医科大学医学部入学者選抜試験問題
一般選抜（前期）【生物】

2 運動時の体内環境変化に関する次の文章を読み、(1)～(4)の設問に答えなさい。

歩く、走る、姿勢を保持するなどの運動時には、効果器の一つである骨格筋の収縮が起こる。骨格筋の収縮には、 a ATPが分解される際に放出されるエネルギーや、 b 運動神経からの刺激による筋細胞の興奮が重要である。筋細胞の興奮がT管を経由して[27]に伝わると、[27]に蓄えられていた[28]が細胞質中に放出される。この[28]が[29]に結合すると、[30]の構造が変化し、[31]頭部と[32]が相互作用できるようになり、筋収縮が起こる。さらに運動時には、 c 心臓から送り出された血液が全身の組織や器官をめぐる血液循環が促進される。

(1) [27]～[32]に当てはまる語をそれぞれ選びなさい。

- ① アクチン ② アセチルコリン ③ カリウムイオン ④ カルシウムイオン ⑤ シナプス小胞
⑥ トロポニン ⑦ トロポミオシン ⑧ ミオシン ⑨ ミトコンドリア ⑩ 筋小胞体

(2) 下線部(a)について、グルコースを呼吸基質とした呼吸で67.2 Lの二酸化炭素が排出されたとき、ATPは[33] [34] mol生成される。[33]と[34]に適する数字をマークしなさい。なお、1 molのグルコースから呼吸によって生じるATP量は38 mol、1 molの気体の体積は22.4 Lとする。解答が1 molのような場合は、[0] [1] molとしてマークしなさい。

(3) 下線部(b)について、図1のようにカエルの運動神経に骨格筋がつながった神経筋標本をつくり、運動神経を刺激したときの筋収縮の変化と神経活動の電位変化を測定する実験を行ったところ、図2に示すような結果が得られた。このときの実験操作として最も適切なものを①～⑥の中から選びなさい。[35]

なお、刺激は閾値以上の単一の電気刺激を与えた。そのときの神経活動の電位変化は、細胞外の膜表面に2つの電極を配置して、基準電極に対する記録電極の電位変化として測定した。

- ① Bの部位をピンセットでつまみ、その部位での興奮を阻害した状態でAを刺激した。
② 基準電極の部位をピンセットでつまみ、その部位での興奮を阻害した状態でAを刺激した。
③ 記録電極の部位をピンセットでつまみ、その部位での興奮を阻害した状態でAを刺激した。
④ Aの部位をピンセットでつまみ、その部位での興奮を阻害した状態でBを刺激した。
⑤ 基準電極の部位をピンセットでつまみ、その部位での興奮を阻害した状態でBを刺激した。
⑥ 記録電極の部位をピンセットでつまみ、その部位での興奮を阻害した状態でBを刺激した。

図1

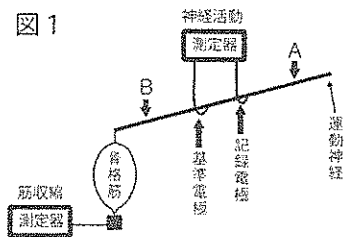
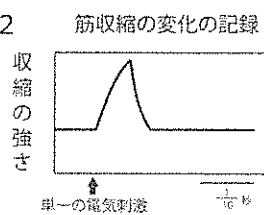
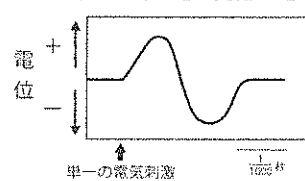


図2



神経活動の電位変化の記録

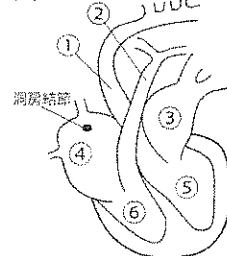


(4) 下線部(c)に関する問1と2に答えなさい。

〔問1〕図3はヒトの心臓の構造を示している。肺から心臓に回収された血液が、全身の血液循環を経て再び肺に送り出されるまでに、①～⑥の部位を通過する順序を[36]～[41]にマークしなさい。

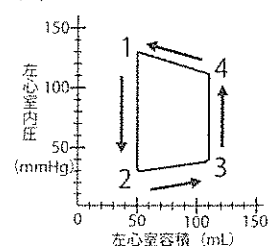
肺静脈 → [36] → [37] → [38] → [39] → [40] → [41]

図3



〔問2〕図4は、収縮と拡張を周期的に繰り返す左心室の内圧変化と容積変化の関係を示すグラフである。運動時、1周期（1→2→3→4と進み、再び1に戻るまで）にかかる時間が0.5秒であったとき、心臓から1分間に送り出される血液量は[42] [43] Lである。[42]と[43]に適する数字をマークしなさい。なお、解答が1 Lのような場合は、[1] [0] Lとしてマークしなさい。

図4



令和3年度 金沢医科大学医学部入学選抜試験問題
一般選抜（前期）【生物】

3 バイオテクノロジーに関する次の文章を読み、(1)と(2)の設問に答えなさい。

遺伝子を実験で操作する際には、一般的にまず目的の遺伝子領域を含む DNA を大量に用意することから始まる。主な方法として、(a)PCR 法や、(b)目的の DNA 断片をプラスミドに組み込む反応を行い、そのプラスミドを大腸菌に導入して培養する方法などがあげられる。PCR 法では、鋳型となる DNA、プライマー、DNA ポリメラーゼ、4 種類のヌクレオチドを試験管内で混合し、図 1 のようなステップ 1 から 3 を順次行うことで反応が進む。これを複数回繰り返すことで、鋳型 DNA と同じ塩基配列を持つ DNA 断片が大量に増幅される。

図 1

	反応温度	起こる反応
ステップ 1	95°C	46
ステップ 2	44	47
ステップ 3	45	48

(1) 下線部 (a) に関する問 1～4 に答えなさい。

【問 1】図 1 のステップ 2 と 3 における反応温度として最も適切なものをそれぞれ選びなさい。

ステップ 2 : 44, ステップ 3 : 45

- ① 0°C ② 4°C ③ 12°C ④ 37°C ⑤ 60°C ⑥ 72°C ⑦ 100°C

【問 2】図 1 のステップ 1 から 3 で起こる反応として最も適切なものをそれぞれ選びなさい。

ステップ 1 : 46, ステップ 2 : 47, ステップ 3 : 48

- ① 2 本鎖 DNA から 1 本鎖 DNA への分離 ② 3'→ 5'方向への新生鎖の伸長 ③ 5'→ 3'方向への新生鎖の伸長
④ DNA ポリメラーゼの失活による伸長反応の停止 ⑤ DNA 断片の特定の部位での切断
⑥ 鋳型 DNA とプライマーの結合 ⑦ 伸長反応後のプライマーの分解

【問 3】1000 分子の 2 本鎖 DNA を鋳型として PCR 反応を行い、鋳型 DNA の全領域 (500 塩基対) を増幅する場合、ステップ 1 から 3 を 10 回行くと DNA 量はおよそ 49, 50 $\times 10^{-51}$ g になる。49 ~ 52 に適する数字をマークしなさい。なお、ヌクレオチドの 1 モル当りの平均質量は 330 g とする。解答は四捨五入して指定されている桁数に合わせる。解答が 1.2×10^{-3} のような場合は、1, 2 $\times 10^{-03}$ g としてマークしなさい。

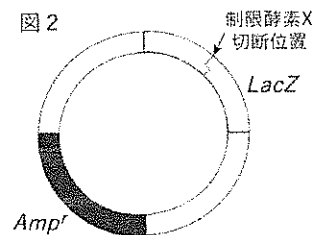
【問 4】図 1 のステップ 1 から 3 を繰り返していくと、やがて DNA 断片の増幅が起こらなくなる。その理由として適切と考えられるものを 2 つ選びなさい。53

- ① 2 本鎖 DNA から 1 本鎖 DNA への不分離 ② タンパク質分解酵素による DNA ポリメラーゼの分解
③ ヌクレオチドの不足 ④ プライマーの不足 ⑤ 鋳型 DNA の不足
⑥ 合成された DNA のプライマー部分の分解

(2) 下線部 (b) に関する以下の実験を行った。青いコロニーおよび白いコロニーを形成した大腸菌はそれぞれどのような大腸菌と考えられるか。①～⑥の中から適切なものを選びなさい。

青いコロニー : 54, 白いコロニー : 55

<実験> ヒトの DNA に制限酵素 X を作用させて得たある DNA 断片を、制限酵素 X で切断したプラスミド (図 2) に組み込む反応を DNA リガーゼを用いて行った。反応後のプラスミドを *Amp^r* と *LacZ* を持たない大腸菌に取り込ませた後、抗生物質アンピシリンと X-gal を含む寒天培地で培養した。このとき、大腸菌内ではプラスミドに含まれる遺伝子の発現が起こる。その結果、青いコロニーと白いコロニーがほぼ同数形成された。なお、*Amp^r* はアンピシリンを分解する酵素の遺伝子、*LacZ* は X-gal を分解する酵素の遺伝子である。*LacZ* 内部に外来の DNA 断片が組み込まれると、*LacZ* は分断されて正常な酵素が合成されなくなる。X-gal は分解されると青色の色素を生成し、本来白色である大腸菌コロニーが青くなる。また、DNA リガーゼによって触媒される反応が完了しないプラスミドは、大腸菌内で安定して存在することはない。



- ① プラスミド、ヒト DNA 断片のいずれも受け取らなかった大腸菌。
② プラスミドを受け取らず、環状となったヒト DNA 断片を受け取った大腸菌。
③ ヒト DNA 断片が組み込まれていない環状のプラスミドを受け取った大腸菌。
④ ヒト DNA 断片が組み込まれた環状のプラスミドを受け取った大腸菌。
⑤ 制限酵素 X で切断されたままの直鎖状のプラスミドを受け取った大腸菌。
⑥ 制限酵素 X で切断されたままの直鎖状のヒト DNA 断片を受け取った大腸菌。