

埼玉医科大学

平成23年度一般入学試験問題

後期入学試験

理 科

# 生 物

1 筋肉に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1~7)に答えよ。

脊椎動物の効果器は、中枢の興奮が神経によって伝えられると反応が引き起こされる。筋肉は効果器の代表的な例であり、反応は筋肉の収縮として現れる。脊椎動物の筋肉には、骨格筋、心筋および心筋以外の内臓筋があり、運動神経などによって収縮が引き起こされる。

骨格筋の筋繊維(筋細胞)の内部には筋原纖維がつまつておらず、ミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが規則正しく並んでいる。収縮の単位はサルコメアと呼ばれる。図1に示すよう



図1 ミオシンフィラメント

に、ミオシンフィラメントは多数のミオシン分子が中央部から両側に反対向きに束ねられており、分子の頭部がフィラメントから突き出ている。フィラメントの中央部にはミオシン頭部がない部分がある。ミオシン頭部がアクチンフィラメントと結合すると、頭部が変形してアクチンフィラメントをサルコメアの中央に向かって引き込む。こうしてサルコメアは短縮し、結果として筋収縮が起こる。筋収縮のエネルギーはATPの分解により供給される。アクチンフィラメントと結合するミオシン頭部の数が多いほど、筋繊維が収縮する力(張力と呼ぶ)は大きくなる。サルコメアの短縮が進み、ミオシンに引き込まれた両側のアクチンフィラメントが重なった状態では、張力は逆に減少する。

問1 下線部アに関して、筋肉以外の効果器として適切なものを、次の①~⑤のうちからすべて選べ。該当する番号をすべてマークせよ。 1

- ① 汗腺 ② 鼓膜 ③ だ腺 ④ 網膜 ⑤ うずまき管

問2 下線部イに関して、心筋以外の内臓筋の特徴として適切なものを、次の①~⑥のうちから3つ選べ。該当する番号をすべてマークせよ。 2

- ① 横紋筋である。 ② 平滑筋である。 ③ 隨意筋である。  
④ 不随意筋である。 ⑤ 体性神経系に支配される。 ⑥ 自律神経系に支配される。

問3 下線部ウに関して、次の(1)~(3)に答えよ。

(1) 運動神経の終末から放出されて、骨格筋の収縮を引き起こす神経伝達物質として最も適切なものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。 3

- ① アセチルコリン ② アドレナリン ③ カルシウムイオン  
④ グリコーゲン ⑤ ノルアドレナリン

(2) 脊髄から出る運動ニューロンの細胞体が存在している部位として最も適切なものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。 4

- ① 大脳皮質 ② 大脳髓質 ③ 小脳 ④ 脊髄白質 ⑤ 脊髄灰白質

(3) 運動神経の伝導速度を計測するため、図2のような神経筋標本(カエルのひら筋に座骨神経がつながったもの)を用いて実験を行った。神経が筋肉に入る部分から10 cm離れたA点を電気刺激すると、7.5 ms後に筋肉の収縮が認められた。また6 cm離れたB点を刺激すると、5.9 ms後に収縮が認められた。この結果から、運動神経の伝導速度は 5 6 . 7 m/sと考えられる。十の位の数字を 5 , 一の位の数字を 6 , 小数第1位の数字を 7 にマークせよ。小数第2位以下がある場合には切り捨てよ。該当する位に数字がない場合には、①をマークせよ。

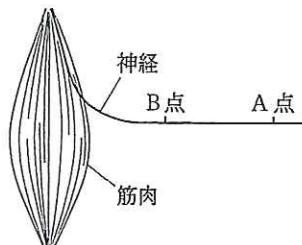


図2 神経筋標本

問 4 下線部工に関して、弛緩状態において長さ 10 cm でサルコメアの長さが  $2.5 \mu\text{m}$  の筋繊維があるとする。すべてのサルコメアが  $10 \mu\text{m}/\text{s}$  の速度で同時に短縮するとき、この筋繊維の収縮速度( $\text{cm}/\text{s}$ )として最も適切な数値を、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。

8  cm/s

- ① 2.5      ② 4      ③ 10      ④ 25      ⑤ 40

問 5 下線部才に関して、筋収縮のしくみを調べる系としてグリセリン筋がある。グリセリン筋に残っている構造として適切なものを、次の①～⑤のうちから 2 つ選べ。該当する番号をすべてマークせよ。

9

- ① Z 膜      ② 細胞膜      ③ 筋小胞体  
④ アクチンフィラメント      ⑤ 運動神経と筋繊維のシナプス

問 6 下線部力に関して、ATP を分解する酵素として働くのはどれか。最も適切なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。

10

- ① Z 膜      ② アクチン分子      ③ 筋小胞体      ④ ミオシン分子      ⑤ ミトコンドリア

問 7 下線部キに関して、サルコメアの長さを一定に保って発生する張力を測定した。さまざまな長さで測定した張力の相対値(最大値を 100 % とする)を図 3 に示す。次の(1)～(2)に答えよ。

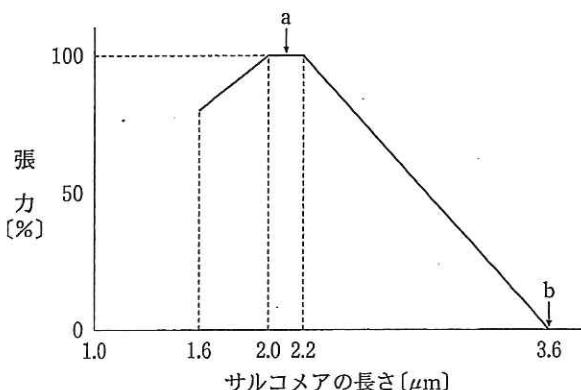
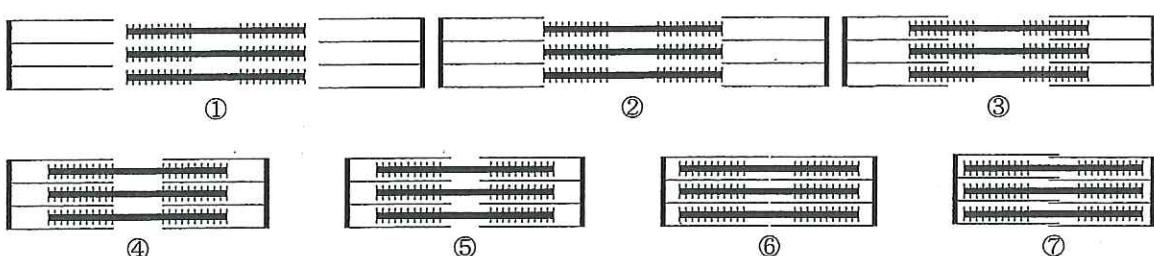


図 3 サルコメアの長さと張力の関係

(1) 図 3 の a, b の矢印に対応するサルコメアの状態の図として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから 1 つずつ選べ。a  11      b  12



(2) 図 3 の筋肉において、ミオシンフィラメントの長さは  13 .  14  $\mu\text{m}$  であり、アクチンフィラメントの長さは  15 .  16  $\mu\text{m}$  である。また、サルコメアの長さが  $2.2 \mu\text{m}$  のとき、片側のアクチンフィラメントがミオシンフィラメントと重複している部分の長さは  17 .  18  $\mu\text{m}$  である。一の位の数字を  13 ,  15 ,  17 に、小数第 1 位の数字を  14 ,  16 ,  18 にマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には切り捨てよ。該当する位に数字がない場合には、①をマークせよ。重複している部分の長さについては、重複がない場合には  $0.0 \mu\text{m}$  とせよ。

2 独立栄養生物と従属栄養生物に関する次の文章を読み、下の問い合わせ(問1～2)に答えよ。

生物が外界から取り入れた物質を材料にして生体を構成する物質につくりかえることを同化という。植物や一部の微生物は同化によって無機物から有機物を合成することができるので、独立栄養生物と呼ばれている。これらの生物の同化には炭酸同化と窒素同化がよく知られており、いずれもエネルギーを必要とする。炭酸同化では二酸化炭素から有機物が合成されるが、エネルギー源として光エネルギーが用いられる場合には光合成、無機物の酸化によって発生する化学エネルギーが用いられる場合には化学合成と呼ばれる。例えば、緑色植物は光合成を行い、硫黄細菌は化学合成を行う。窒素同化では体外から取り入れた窒素化合物からその生物にとって必要な有機窒素化合物がつくられる。窒素化合物として無機窒素化合物が使われる場合には、窒素固定細菌や亜硝酸菌などが関与している。

動物、酵母菌などの菌類および一部の細菌は無機物から有機物を合成することができないために、独立栄養生物に対し、従属栄養生物と呼ばれている。

問1 下線部ア～エに関して、次の(1)～(4)に答えよ。

(1) 下線部アに関して、窒素を含む有機物として適切なものを、次の①～⑤のうちから2つ選べ。該当する番号をすべてマークせよ。 19

- ① アデニン ② クエン酸 ③ アルギニン ④ ピルビン酸 ⑤ デオキシリボース

(2) 下線部イの窒素固定細菌の働きとして最も適切なものを、下の「働き」の①～⑥のうちから1つ選べ。 20

(3) 下線部ウの亜硝酸菌の働きとして最も適切なものを、下の「働き」の①～⑥のうちから1つ選べ。 21

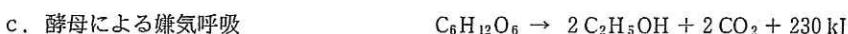
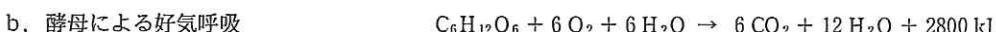
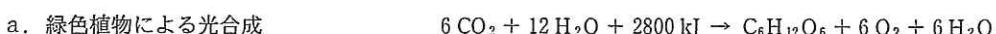
働き

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| ① 亜硝酸イオン → 硝酸イオン     | ② 硝酸イオン → 亜硝酸イオン     |
| ③ 亜硝酸イオン → 窒素分子      | ④ 亜硝酸イオン → アンモニウムイオン |
| ⑤ アンモニウムイオン → 亜硝酸イオン | ⑥ 窒素分子 → アンモニウムイオン   |

(4) 下線部エの従属栄養生物として適切なものを、次の①～⑤のうちから2つ選べ。該当する番号をすべてマークせよ。 22

- ① ネンジュモ ② 硝化菌 ③ 大腸菌 ④ 乳酸菌 ⑤ 紅色硫黄細菌

問2 次のa～eの反応式を参考にして下の(1)～(3)に答えよ。ただし、aの緑色植物の光合成で生じる有機物はグルコースとしている。また、原子量はC=12, H=1, O=16, S=32とする。



(1) ある緑色植物を畑で栽培し、一定期間後にこの植物によって蓄積された有機物の量を同じエネルギー量をもつグルコース量で表すと、 $1.2 \text{kg}/\text{m}^2$  であった。この期間中に畑に降りそそいだ太陽エネルギー量は  $1.8 \times 10^6 \text{ kJ}/\text{m}^2$  であった。次の(i)～(iv)に答えよ。

(i) この植物の数株を瓶に入れて根を水に浸して瓶を密閉し、呼吸によって消費する有機物の量(以下、呼吸量と呼ぶ)を調べた。このための操作として適切なものを、次の①～⑤のうちから2つ選べ。該当する番号をすべてマークせよ。 23

- ① 暗中に24時間置き、瓶の中の  $\text{O}_2$  の変化量を測定した。  
② 暗中に24時間置き、瓶の中の  $\text{CO}_2$  の変化量を測定した。  
③ 光合成の光飽和点の強さの光を24時間連続照射し、瓶の中の  $\text{O}_2$  の変化量を測定した。  
④ 見かけの光合成が起こらない強さの光を24時間連続照射し、瓶の中の  $\text{O}_2$  の変化量を測定した。  
⑤ 瓶の中の気体を  $\text{N}_2$  に置き換えた後に暗中に24時間置き、瓶の中の  $\text{CO}_2$  の増加量を測定した。

(ii) この期間中の植物全体の  $\text{CO}_2$  排出量は  $0.88 \text{ kg/m}^2$  であった。呼吸量をグルコース量 [ $\text{kg/m}^2$ ] として表した場合に最も近い数値を、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 24  $\text{kg/m}^2$

- ① 0.12      ② 0.6      ③ 1.2      ④ 2.4      ⑤ 4.8

(iii) この期間中に植物に蓄積された有機物の量は、(ii)の呼吸量の何倍か。最も近い数値を、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 25 倍

- ① 2      ② 5      ③ 10      ④ 20      ⑤ 50

(iv) この期間中に植物が光合成によって生産した有機物の総量をグルコース量として表した場合、畳に降りそそいだ太陽エネルギー量のうち、グルコースの合成に使われた割合は何%か。最も近い数値を、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 26 %

- ① 0.1      ② 0.2      ③ 0.4      ④ 0.8      ⑤ 1.5

(2) グルコースを含む培養液中で酵母菌を  $30^\circ\text{C}$  で培養するとき、好気呼吸と嫌気呼吸を同時に使う酸素濃度が存在する。この酸素濃度で 1 時間培養したところ、 $240 \text{ ml}$  の酸素が吸収され、 $360 \text{ ml}$  の二酸化炭素が発生した。次の(i)～(iv)に答えよ。ただし、気体  $1 \text{ mol}$  の体積はこの条件では  $24000 \text{ ml}$  とする。

(i) この培養時間内に好気呼吸により発生した二酸化炭素は 27 28 29  $\text{ml}$  である。百の位の数字を 27、十の位の数字を 28、一の位の数字を 29 にマークせよ。小数第 1 位以下がある場合には切り捨てよ。該当する位に数字がない場合には、①をマークせよ。

(ii) この培養時間内に嫌気呼吸により発生した二酸化炭素は 30 31 32  $\text{ml}$  である。百の位の数字を 30、十の位の数字を 31、一の位の数字を 32 にマークせよ。小数第 1 位以下がある場合には切り捨てよ。該当する位に数字がない場合には、①をマークせよ。

(iii) この培養時間内に好気呼吸によって消費されたグルコースは何  $\text{mol}$  か。最も近い数値を、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 33  $\text{mol}$

- ① 0.0016      ② 0.0025      ③ 0.016      ④ 0.025      ⑤ 0.064

(iv) グルコースの分解によって発生したエネルギーを ATP の化学エネルギーに変換する効率が、好気呼吸では 40%，嫌気呼吸では 30% と仮定する。次の(a)～(b)に答えよ。

(a) この培養時間内に好気呼吸で生産された ATP は何  $\text{mol}$  か。最も近い数値を、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。

- 34  $\text{mol}$
- ① 0.002      ② 0.006      ③ 0.02      ④ 0.06      ⑤ 0.2      ⑥ 0.6

(b) この培養時間内に好気呼吸で生産された ATP 量は嫌気呼吸で合成された ATP 量の何倍か。最も近い数値を、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 35 倍

- ① 1      ② 10      ③ 20      ④ 50      ⑤ 100

(3) 硫黄細菌は硫化水素 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) の酸化によって発生するエネルギーを用いて化学合成を行う。ある条件下で化学合成の実験を行ったところ、硫化水素の酸化で生じた硫黄原子の量は、グルコースに同化された炭素原子の量の 120 倍であった。硫化水素の酸化反応によって生じたエネルギー量のうち、グルコースの合成に使われた割合は何%か。最も近い数値を、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。ただし、化学合成であっても、 $1 \text{ mol}$  のグルコースを合成するには  $2800 \text{ kJ}$  が必要である。 36 %

- ① 2      ② 5      ③ 10      ④ 15      ⑤ 25

3 次の問い合わせ(問1～10)について、選択肢のうちから最も適切なものを1つずつ選べ。

問1 原形質流動の観察をするのに最も適した材料はどれか。

- ① 赤血球      ② オオカナダモの葉      ③ ユキノシタの葉の裏面表皮  
④ タマネギの根端      ⑤ タマネギのりん片葉

問2 細胞を破碎して遠心分離により細胞小器官を分画するとき、最も小さい遠心力で沈殿するものはどれか。

- ① 核      ② 小胞体      ③ ミトコンドリア  
④ 葉緑体      ⑤ リボソーム

問3 体細胞分裂の過程で見られる構造として植物に特有なものはどれか。

- ① 紡錘糸      ② 動原体      ③ 細胞板      ④ 中心体      ⑤ 星状体

問4 体細胞分裂と減数分裂の両方に見られるものはどれか。

- ① 核の分裂が細胞質の分裂に先行する。  
② 相同染色体が対合して二価染色体を形成する。  
③ 紡錘体が形成されることなく進行する。  
④ 最終的に生じた娘細胞は母細胞と同じDNA量をもつ。  
⑤ 染色体の複製のあと連続して2回の分裂が起こる。

問5 浸透圧の調節について正しいものはどれか。

- ① 植物の根は浸透圧を下げることで吸水力を上げる。  
② ゾウリムシは浸透圧調節を行わない。  
③ 淡水魚はえらから無機塩類を吸収する。  
④ 海水魚は体液よりも低張な尿を多量に排出する。  
⑤ 哺乳類の浸透圧調節は主に腎臓で行われる。

問6 肝臓の働きとして誤っているものはどれか。

- ① 尿素の合成      ② 消化酵素の分泌      ③ アルコールの分解  
④ グリコーゲンの分解      ⑤ 血しょう中のタンパク質の合成

問7 気孔を開かせたり、植物の老化を抑制する作用をもつ植物ホルモンはどれか。

- ① エチレン      ② ジベレリン      ③ オーキシン  
④ サイトカイニン      ⑤ アブシシン酸

問8 遺伝子の翻訳によってタンパク質が合成されるときには、ATPなどから供給されるエネルギーが必要である。1つのペプチド結合形成のために2個の高エネルギーリン酸結合が使われるすると、191個のアミノ酸からなるタンパク質の合成に必要な高エネルギーリン酸結合は何個か。

- ① 378      ② 380      ③ 382      ④ 384      ⑤ 386

問9 新生代に繁栄したものはどれか。

- ① 忍竜類      ② 三葉虫類      ③ 哺乳類      ④ 無顎類      ⑤ アンモナイト類

問10 生物濃縮により、海水中の特定の物質の濃度が体内で最も高くなっているものはどれか。

- ① イワシ      ② カモメ      ③ 植物プランクトン  
④ 動物プランクトン      ⑤ ハマグリ

4 次の問い合わせ(問1~11)について、選択肢のうちから適切なものを2つずつ選べ。該当する番号をすべてマークせよ。

問1 植物細胞と原核細胞が共通してもつ構造はどれか。

47

- ① 細胞膜 ② 細胞壁 ③ 核 ④ 液胞 ⑤ 葉緑体

問2 外胚葉から分化する組織はどれか。

48

- ① 脳 ② 食道 ③ 水晶体 ④ 骨格 ⑤ 腎臓

問3 図4はイモリの胞胎の原基分布図で、矢印は原口陷入の位置を示す。アから分化していく組織はどれか。

49

- ① 肝臓  
② 骨格筋  
③ 心臓  
④ 脊髄  
⑤ 肺

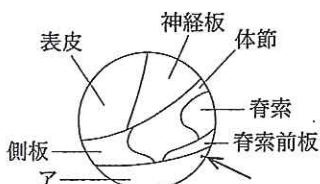


図4

問4 スイートピーにおいて、遺伝子Aとa, Bとbはそれぞれ対立遺伝子で、また、この2種類の遺伝子は同一染色体にあるとする。遺伝子型がそれぞれAABbの個体とaabbの個体を交配したときには次世代でみられる遺伝子型はどれか。

50

- ① AABB ② AABb ③ AAbb ④ AaBb  
⑤ Aabb ⑥ aaBB ⑦ aaBb ⑧ aabb

問5 ユスリカのだ腺染色体について正しいものはどれか。

51

- ① 横じまは電子顕微鏡を用いないと観察できない。  
② パフではmRNAが合成されている。  
③ 発生過程でパフの位置は変化しない。  
④ 脱皮を促進するホルモンの影響でパフの位置は変化する。  
⑤ 同じ個体でも、他の組織の細胞にある染色体とは遺伝子の配列順序が異なっている。

問6 マカラスムギの幼葉鞘の屈性について次の①~⑤の操作を行った。図5の①~⑤はそれぞれ①~⑤の操作に対応している。矢印は光の方向を示す。右側に曲がるもののはどれか。

52

- ① 暗所で先端部分を切り取り、少しずらして残りの部分にのせたままにしておく。  
② 先端に垂直に雲母片を差し込み、右から雲母片に平行に光を当てる。  
③ 先端近くに左から水平に雲母片を途中まで差し込み、右から光を当てる。  
④ 先端に垂直に雲母片を差し込み、左から雲母片に垂直に光を当てる。  
⑤ 先端近くに左から水平に雲母片を途中まで差し込み、左から光を当てる。

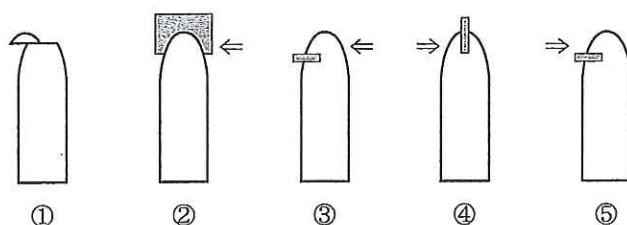


図5

問 7 図6のア～オはヒトの脳の大脳・間脳・中脳・小脳・延髄のいずれかを示している。エの機能はどれか。

53

- ① 血糖量の調節
- ② 体温の調節
- ③ 呼吸運動の調節
- ④ 膝蓋腱反射の中枢しけいけん
- ⑤ 心臓の拍動の調節

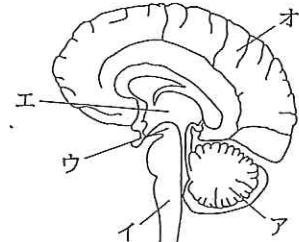


図 6

問 8 五界説でモネラ界に含まれるものはどれか。

54

- ① ラン藻類
- ② 原生動物
- ③ ケイ藻類
- ④ 子のう菌類
- ⑤ 細菌類

問 9 胚乳の核相が  $n$  である植物はどれか。

55

- ① ソテツ
- ② イチョウ
- ③ カキ
- ④ クリ
- ⑤ ダイズ

問10 日本の本州で照葉樹林帯を構成している樹木はどれか。

56

- ① アカマツ
- ② スダジイ
- ③ エゾマツ
- ④ タブノキ
- ⑤ コメツガ

問11 環境の変化について正しいものはどれか。

57

- ① 温室効果ガスが増加すると気温が下がる。
- ② 海水の貧栄養化で赤潮が発生する。
- ③ フロンによりオゾンホールが発生する。
- ④ 帰化生物が増加すると生態系が安定になる。
- ⑤ 化石燃料の多量の燃焼は酸性雨の原因となる。