

生 物

I

(配点 75)

(1) ほ乳類の筋肉に関する次の文章を読み、以下の問い1)～6)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 17 〕

ほ乳類の筋肉は、横紋筋と 1 筋に大別される。横紋筋には骨格筋と 2 筋がある。骨格筋は 3 とよばれる細長い細胞が多数束になってできており、両端が 4 で骨とつながっている。3 の細胞質には多数の 5 があり、
 ア) 5 を顕微鏡で観察するとZ膜に区切られた 6 と呼ばれる構造が見られる。
 活動電位が 7 に生じると、その末端からアセチルコリンという 8 が分泌される。3 の細胞膜にはアセチルコリンと結合する 9 がある。イ) 3 に活動電位が発生すると筋肉が収縮し、活動電位がなくなると筋肉は弛緩する。筋収縮時の直接のエネルギー源はATPである。ウ) 筋肉のATPは、解糖系が阻害され、酸素がない条件下でもつくられる。骨格筋は、意志によって制御することができる 10 神経系によって支配されており、動物が外界へ働きかけるのに用いるエ) 効果器の1つである。

1) 上の文章の空欄 1 ～ 10 に入る最も適当なものを、次の①～⑱の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | |
|----------|--------|-------------|
| ① 運動神経 | ② 核 | ③ サルコメア |
| ④ 神経伝達物質 | ⑤ 自律 | ⑥ 筋繊維 (筋細胞) |
| ⑦ 平滑 | ⑧ ホルモン | ⑨ 受容体 |
| ⑩ シナプス間隙 | ⑪ 筋原繊維 | ⑫ 結合組織 |
| ⑬ グリセリン | ⑭ 心 | ⑮ 腱 |
| ⑯ 暗帯 | ⑰ 感覚神経 | ⑱ 体性 |

2) 1 筋の記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 11

- ① 手足や口などを動かす筋肉である。
- ② 神経による支配はない。
- ③ 心臓以外の内臓を構成する。
- ④ 横じまが見られる。

3) 下線部ア)に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 12 , 13

- ① 太く見えるフィラメントはアクチンの集合体である。
- ② 細く見えるフィラメントはミオシンの集合体である。
- ③ 明帯の中央にZ膜がある。
- ④ 明帯と暗帯の間に筋小胞体がある。
- ⑤ 筋肉が収縮してもフィラメントの長さは変わらない。

4) 次のa)～g)の記述は、下線部イ)の筋収縮弛緩現象を詳細に表したものである。その順序を正しく示しているものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 14

- a) トロポミオシンの働きが阻害される。
- b) ミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが離れ、筋肉は弛緩する。
- c) カルシウムイオンがトロポニンと結合する。
- d) 筋小胞体からカルシウムイオンが放出される。
- e) アクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間に滑りこみ、筋肉が収縮する。
- f) カルシウムイオンが能動輸送によって筋小胞体に取り込まれる。
- g) 細胞膜の興奮が筋小胞体に伝えられる。

- ① a)→b)→c)→d)→e)→f)→g) ② c)→a)→e)→g)→b)→d)→f)
- ③ d)→a)→g)→b)→e)→c)→f) ④ g)→e)→c)→a)→f)→d)→b)
- ⑤ g)→d)→c)→a)→e)→f)→b)

5) 下線部ウ)の条件下で、数秒の間は筋収縮が起こったが、やがて収縮しなくなった。筋収縮前と比べて、増加した物質と減少した物質の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 15

- ① 乳酸が増加し、クレアチンリン酸が減少した。
- ② クレアチンが増加し、ADPが減少した。
- ③ ADPが増加し、クレアチンリン酸が減少した。
- ④ クレアチンが増加し、乳酸が減少した。

6) 下線部工)に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 16 , 17

- ① 汗腺、だ腺のような外分泌腺は効果器に含まれる。
- ② 繊毛や鞭毛の運動は中間径フィラメントによって引き起こされる。
- ③ ホタルは腹部に発光器官を持つ。
- ④ 暗所では、メダカのうろこの色素顆粒は拡散し、体色が変化する。
- ⑤ シビレエイの電気板（発電板）は神経の髄鞘が変化してできたものである。

(2) ほ乳類の神経に関する次の文章を読み、以下の問い1)～6)に答えよ。

〔解答番号 18 ～ 25 〕

図1は膝蓋腱^{しつがい}反射の反射弓を示したものである。反射における運動神経と感覚神経の興奮伝導と伝達を調べるために以下の実験1と実験2を行った。

〔実験1〕 感覚神経を電気刺激（1ミリ秒，1回）したところ，足を伸ばす筋に単収縮が起こった。刺激開始から収縮開始までの時間は，図1のA点を刺激したときは20.0ミリ秒，B点を刺激したときは18.0ミリ秒であった。また，AB間の神経の長さ，B点から脊髄シナプス部位までの神経の長さは，いずれも20cmであった。

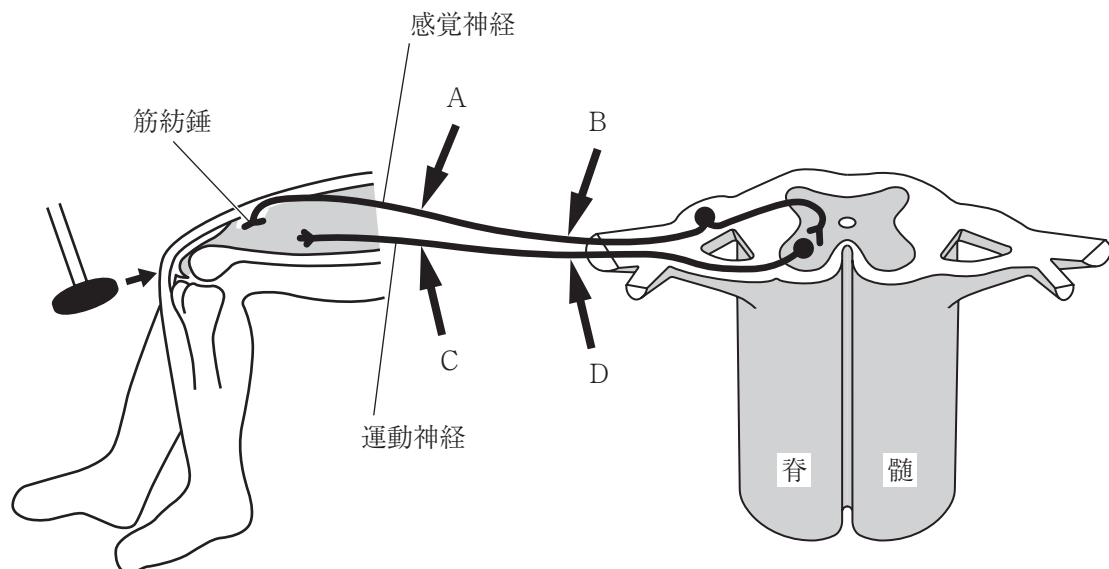


図1 膝蓋腱^{しつがい}反射の反射弓と実験1, 2の刺激点

[実験2] 運動神経を実験1と同様に電気刺激すると、実験1と同じ筋に単収縮が起こった。
刺激開始から収縮開始までの時間は、図1のC点を刺激したときは10.0ミリ秒、
D点を刺激したときは12.5ミリ秒であった。また、CD間の神経の長さ、D点か
ら脊髄シナプス部位までの神経の長さは、いずれも20cmであった。

- 1) 実験1の結果から、感覚神経の伝導速度(m/秒)として最も適当なものを、次の①～
④の中から1つ選べ。ただし、電気刺激から神経興奮までの時間は、刺激部位によって変
わらないものとする。 18

① 9 m/秒 ② 10 m/秒 ③ 90 m/秒 ④ 100 m/秒

- 2) 実験2の結果から、運動神経の伝導速度(m/秒)として最も適当なものを、次の①～
④の中から1つ選べ。ただし、電気刺激から神経興奮までの時間は、刺激部位によって変
わらないものとする。 19

① 2 m/秒 ② 8 m/秒 ③ 20 m/秒 ④ 80 m/秒

- 3) 実験1と実験2の結果から、脊髄シナプスの興奮伝達時間(ミリ秒)として最も適当な
ものを、次の①～④の中から1つ選べ。ただし、電気刺激から神経興奮までの時間は、刺
激部位によって変わらないものとする。 20

① 1 ミリ秒 ② 2 ミリ秒 ③ 2.5 ミリ秒 ④ 3 ミリ秒

- 4) 反射に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。 21

- ① 屈筋反射には介在神経が関与している。
- ② 延髄や中脳が反射の中樞になることもある。
- ③ 自律神経系が関与する反射もある。
- ④ 運動神経の軸索は背根を通過して筋肉に興奮を伝える。

5) 神経繊維とその興奮に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 22 , 23

- ① 跳躍伝導は無脊椎動物の神経繊維にみられる。
- ② 伝導速度は神経繊維の太さや温度に影響される。
- ③ 刺激の大きさは興奮の頻度として伝えられる。
- ④ 興奮部では細胞内の電位が細胞外に対して負となる。
- ⑤ 閾値以上の電気刺激を加えるとナトリウムチャンネルが開く。

6) 神経系の構造に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 24 , 25

- ① 介在神経は中枢神経系の構成要素である。
- ② 脊椎動物は無髄神経繊維を持たない。
- ③ 脊髄の灰白質では神経繊維が束になっている。
- ④ 視床下部には自律神経系の中核がある。
- ⑤ 神経鞘はオリゴデンドログリア（オリゴデンドロサイト）やシュワン細胞でできている。

Ⅱ

(配点 75)

(1) 生物の生殖に関する次の文章を読み、以下の問い1)～5)に答えよ。

〔解答番号 **26** ～ **37** 〕

生物の生殖には無性生殖と有性生殖がある。有性生殖では **26** を使って^{ア)} 遺伝的に多様な次世代を生み出す。**26** は^{イ)} 減数分裂によって形成され、体細胞の半分の染色体数を持つようになる。そして受精によって^{ウ)} 染色体数は2倍になる。

受精卵は1つの細胞から始まり、分裂を繰り返して多細胞の体を形成していく。ウニの卵は卵黄が均一に存在するので、第三卵割までは **27** 割である。カエルの卵は卵黄の量が **28** 側に偏っているため **29** 割で、第三卵割時には **30** 側の細胞が小さくなる。ウニの卵もカエルの卵も、さらに細胞分裂が進むと、内部に胞胚腔が形成される。その後、^{エ)} 原腸の陥入が生じて原口ができる。

1) 上の文章の空欄 **26** ～ **30** に入る最も適当なものを、次の①～⑫の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 胚 | ② 等 | ③ 出芽 | ④ 不等 |
| ⑤ 孢子 | ⑥ 割球 | ⑦ 内胚葉 | ⑧ 接合子 |
| ⑨ 受精卵 | ⑩ 配偶子 | ⑪ 植物極 | ⑫ 動物極 |

2) 下線部^{ア)}に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 **31** , **32**

- ① 無性生殖で生じる子は親のクローンになる。
- ② 遺伝的に多様な次世代は遺伝子突然変異の転座で生じることがある。
- ③ 原生生物は無性生殖のみを行うため、遺伝的多様性が低い。
- ④ 無性生殖では分裂、出芽のほか、接合で増える。
- ⑤ 染色体数が多い生物ほど、作られる精子の遺伝的な多様性が高くなる。
- ⑥ 雌雄同体の生物が自家受精する場合は、親個体と遺伝的に同じ個体が生じる。

3) 下線部イ)の減数分裂に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 33 , 34

- ① 第二分裂終期には、細胞1個あたりに含まれる染色体数が、第一分裂前に比べて2倍になる。
- ② 対合した相同染色体によって、二価染色体が形成される。
- ③ 連続して2回の分裂が起きて、4個の娘細胞が形成される。
- ④ 染色体はチューブリンが連結した微小管によって細胞の両極側へ運ばれる。
- ⑤ 第二分裂後に形成される娘細胞のDNA量は、第一分裂前期の細胞の半分になる。
- ⑥ 第二分裂後に形成される娘細胞には、相同染色体が1本ずつ引き継がれている。

4) 下線部ウ)に関して、細胞の染色体数がそれぞれ n (一倍体), $3n$ (三倍体)であるものを、次の①～⑥の中からそれぞれ1つずつ選べ。 n : 35 , $3n$: 36

- ① カエルの腸管の上皮細胞 ② カキの胚乳の細胞 ③ ヒトの赤血球
- ④ ウニの受精卵 ⑤ シダ植物の孢子 ⑥ タマネギの根端の細胞

5) 下線部エ)に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

37

- ① ウニでは陥入してできた原口はのちに肛門になる。
- ② カエルでは陥入してできた原口はのちに口になる。
- ③ ウニではこの頃の胚には外胚葉と内胚葉しか存在しない。
- ④ カエルではこの原腸の陥入位置によって背腹軸が初めて決定される。
- ⑤ ウニでは原口で囲まれた部分に卵黄栓が形成される。

(2) 実験計画に関する次の文章を読み、以下の問い1)～4)に答えよ。

〔解答番号 38 ～ 44 〕

Aさんが夜に淀川河川敷に行ってみたところ、昼は開いていたシロツメクサの葉が閉じていることに気がついた。そのしくみを実験で調べてみることにした。実験を行う前に、
ア) Aさんは仮説を立てた。 また、イ) 実験の計画を立て、 ウ) 対照実験も 行うことにした。

1) 下線部ア)の仮説として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 38 , 39

- ① シロツメクサを無重力の環境に置くと、ストレスで葉を閉じる。
- ② シロツメクサは通常三つ葉だが、成長点異常で生じる四つ葉は葉を閉じる。
- ③ シロツメクサはある照度以下の暗い環境に置くと、それを感知して葉を閉じる。
- ④ シロツメクサはマメ科植物なので、共生している根粒菌が窒素固定をしている。
- ⑤ シロツメクサは明暗に関係なく、一定時間の周期で葉を閉じたり開いたりする。

2) 下線部イ)のAさんが立てた実験の計画のうち最も適当なものを、次の①～⑥の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 40 , 41

- ① シロツメクサの葉を24時間の間、1時間ごとに採ってきて重さを計測して、その変化をグラフにする。
- ② シロツメクサを持ち帰って鉢に植え、真っ暗な部屋に置いて昼と夜に葉が閉じているか観察する。
- ③ シロツメクサを持ち帰って鉢に植え、十分な明るさの照明のもとに置いて昼と夜に葉が閉じているか観察する。
- ④ 野外に生えているシロツメクサをアルミホイルとビニール袋でおおい1ヶ月後の昼に葉が閉じているか観察する。
- ⑤ 野外に生えているシロツメクサの近くの地温と湿度を24時間の間、3時間ごとに計測して、その変化をグラフにする。
- ⑥ 野外に生えているシロツメクサが常に水に浸かるようにして、葉が閉じるまでの時間を計測する。

3) 下線部ウの対照実験とはどのようなものか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 42

- ① 過去に実施・発表された実験結果を確認するために行う実験のこと。
- ② 野外で実験を行う際に安全を確認するため、あらかじめ行う実験のこと。
- ③ 特定の要因と結果の関係を明らかにするため、特定の要因以外の条件を同じようにした実験のこと。
- ④ 生物は個体ごとに変異があるため、実験結果が変わらないように同じ個体で繰り返す行う実験のこと。
- ⑤ 事前の調査から得られた確実な情報をもとに、測定装置の数値の正確さを確認する実験のこと。

4) 淀川には特定外来生物に指定されている動植物が生息している。特定外来生物は生物間相互作用を通じて在来の生物や生態系に大きな影響を与えることが懸念されている。生物間相互作用として誤っているものを、次の①～⑥の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 43 , 44

- | | | |
|------|---------------------------|------|
| ① 寄生 | ② <small>しゅうれん</small> 収斂 | ③ 競争 |
| ④ 適応 | ⑤ 片利共生 | ⑥ 捕食 |

(3) 細胞に関する次の文章を読み、以下の問い1)～4)に答えよ。

〔解答番号 45 ～ 50 〕

原核生物は多様で、高温や強酸など、他の生物には耐えられない極限的な環境下に生息するものがある。DNAを人工的に増幅する方法であるPCR法で使われる耐熱性DNA 45 は高温の温泉に生息する細菌から得られた酵素である。原核生物には真核生物にある核膜がないが、真核生物と同じく、タンパク質を合成する場であるリボソームや遺伝情報を伝える 46 がある。原核生物の仲間大きく2つのグループに分けられ、生物は真核生物のグループと合わせて ア) 3つのグループに分類されている。 真核生物の細胞内にある イ) ミトコンドリアは 47 細菌が共生して生じたと考えられている。

1) 上の文章の空欄 **45** ～ **47** に入る最も適当なものを、次の①～⑫の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|--------|---------|----------|----------|
| ① 葉緑体 | ② 細胞膜 | ③ 細胞質 | ④ 小胞体 |
| ⑤ 染色体 | ⑥ 好気性 | ⑦ 光合成 | ⑧ 嫌気性 |
| ⑨ リガーゼ | ⑩ プライマー | ⑪ ポリメラーゼ | ⑫ プロモーター |

2) 下線部ア)は3ドメイン説と呼ばれている。下記の各ドメインに属する生物の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 **48**

	細菌（バクテリア）ドメイン	古細菌（アーキア）ドメイン	真核生物ドメイン
①	超好熱菌	粘菌	ミドリムシ
②	根粒菌	紅藻	ゼニゴケ
③	子嚢菌 ^{のう}	アメーバ	ヒト
④	大腸菌	メタン菌（メタン生成菌）	ゾウリムシ
⑤	シアノバクテリア	硫黄細菌	バラ
⑥	アグロバクテリウム	乳酸菌	ヒトデ

3) 下線部イ)のミトコンドリアに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 **49**

- ① 外膜と内膜，マトリックスの3重の膜でできている。
- ② 分裂によって増え，細胞の核とは別のDNAをもつ。
- ③ 精子の頭部にはべん毛の運動のために必要なミトコンドリアがある。
- ④ 解糖系，クエン酸回路，電子伝達系の3つの代謝系をもつ。
- ⑤ 呼吸反応で利用する酸素（O₂）は呼吸基質と結びつき，二酸化炭素（CO₂）になる。

4) 下線部イ)のミトコンドリアと同様に，葉緑体も共生によって生じたと考えられている。ミトコンドリアと葉緑体に共通するものを，次の①～⑤の中から1つ選べ。 **50**

- ① グルコースをピルビン酸に分解する反応
- ② 光を利用して水素イオン（H⁺）を運ぶ光化学系
- ③ 二酸化炭素（CO₂）を固定するカルビン・ベンソン回路
- ④ 膜内外の水素イオン（H⁺）の濃度勾配を利用するATP合成
- ⑤ 酸素（O₂）に水素イオン（H⁺）を付加して水（H₂O）を得る反応