

(K—50—M)

後期日程

平成 31 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. 生物，物理，化学の中から 2 科目選択しなさい。
3. 1 科目につき 1 枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は，次の「良い例」のように，濃く正しく塗りつぶしなさい。正しく塗りつぶされていない場合，採点できないことがあります。

良い例……………●

悪い例……………

5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので，正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を漢字とフリガナで記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………6 桁の受験番号を算用数字で記入し，マーク欄の数字を正しく塗りつぶしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記入し，該当科目のマークを塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は，問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。

例えば

- ・

ア

 と表示のある解答欄に対して②と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
- ・

ア

 と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。

7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は，手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は，手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は，全部で 34 ページです。生物，物理，化学の順になっています。

目 次

生 物	1～15 ページ(問題 I～III)
物 理	16～22 ページ(問題 I～IV)
化 学	23～34 ページ(問題 I～IV)

生 物

I 以下の問いに答えよ。

問 1 生体内には様々なタンパク質があり、その機能やはたらく場所は多様である。動物の細胞内で酵素としてはたらくタンパク質を①～⑥から1つ選べ。

- ① アクアポリン ② アミラーゼ ③ RNA ポリメラーゼ
④ インスリン ⑤ トリプシン ⑥ ミオグロビン

問 2 古生代から中生代に起きたこととして最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。

- ① 石炭紀に両生類が繁栄した。
② 白亜紀に哺乳類が出現した。
③ シルル紀に三葉虫類が出現した。
④ ジュラ紀にアンモナイトが絶滅した。
⑤ カンブリア紀に海でサンゴが繁栄した。

問 3 ソバとヤエナリを同じ畑に混植すると、ソバはヤエナリの上に覆いかぶさりヤエナリが衰退する。この時、ソバとヤエナリはどのような関係にあるか、最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。

- ① 寄 生 ② 種間競争 ③ 相利共生
④ 被食と捕食 ⑤ 片利共生

問 4 大腸菌の遺伝子発現に当てはまる記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

- ① 調節タンパク質が遺伝子の転写を抑制または促進する。
② mRNA は核膜孔より核外に輸送されてから翻訳される。
③ クロマチン繊維の構造が緩んでいない場合は転写の効率が良くない。
④ 選択的スプライシングによって異なる塩基配列を持つ数種類の mRNA が合成される。

問 5 脊椎動物のニューロンに関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。 オ

- ① 活動電位は、興奮部分で細胞内に K^+ が流入することにより生じる。
- ② 軸索の直径が同じ場合、有髄神経では無髄神経と比べて興奮伝導の速度が遅い。
- ③ アセチルコリンなどの神経伝達物質は樹状突起から次の神経細胞へと放出される。
- ④ 静止状態の神経細胞では、 Na^+ は能動輸送によって細胞の外側に排出されている。

問 6 遺伝子型が Aa の被子植物があるとする。この被子植物の胚のう母細胞から生じた反足細胞の1つの遺伝子型が A であった場合、同じ胚のうに含まれる2つの極核の遺伝子型の組み合わせとして最も適切なものを①～⑦から1つ選べ。 カ

- ① A と A ② a と a ③ A と a ④ AA と AA
- ⑤ Aa と Aa ⑥ aa と aa ⑦ AA と aa

問 7 二重の生体膜を持つ細胞小器官として最も適切なものを①～⑥から2つ選べ。 キ

- ① 核 ② ゴルジ体 ③ 粗面小胞体
- ④ 中心体 ⑤ ミトコンドリア ⑥ リソソーム

問 8 ヒトにおいて副交感神経の支配を受けない器官や部位として最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。 ク

- ① 胃 ② 気管支 ③ 心臓 ④ すい臓 ⑤ 立毛筋

問 9 哺乳類に関する記述として正しくないものを①～⑤から1つ選べ。 ケ

- ① 羊膜類である。
- ② 三胚葉動物である。
- ③ 発生過程で脊椎を形成する。
- ④ 発生過程で脊索を形成する。
- ⑤ 発生過程で形成される原口が口になる。

問10 相同器官に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

コ

- ① 外部構造が似ている。
- ② はたらきが同じである。
- ③ 発生起源が同じである。
- ④ 大きさがほぼ同じである。

問11 植物ホルモンに関する記述として最も適切なものを①～⑤より1つ選べ。

サ

- ① アブシシン酸は茎の成長を促進する。
- ② ジベレリンは種子の発芽を抑制する。
- ③ フロリゲンは花芽への分化を抑制する。
- ④ エチレンは果実の成熟や落葉を抑制する。
- ⑤ サイトカイニンは側芽の成長を促進する。

Windom

II 以下の問いに答えよ。

問 1 図 1 は成人における循環系を模式的に示している。四角は器官(臓器)を、太い実線は血管を、また、血管に平行な矢印は血液が流れる向きをそれぞれ示している。

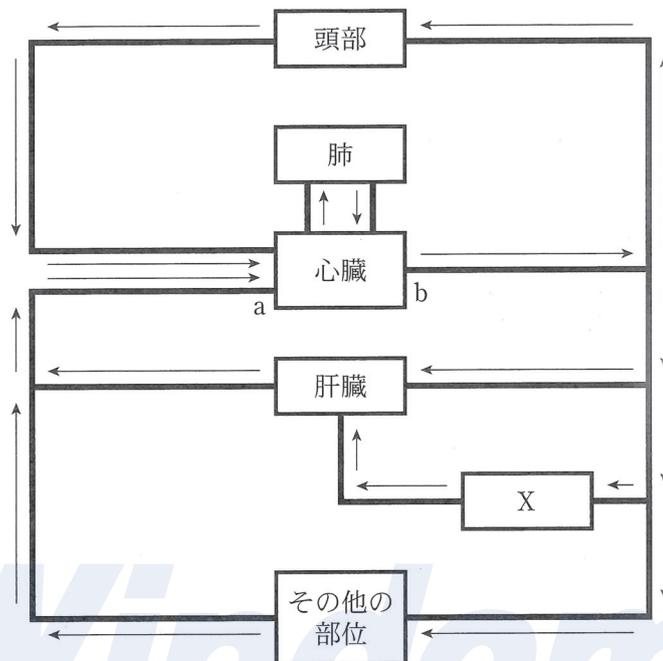


図 1

(1) 図 1 の X にあてはまる器官(臓器)として適切なものを①～⑤から 2 つ選べ。 ア

- ① 胃 ② 胸腺 ③ 小腸 ④ 腎臓 ⑤ 副腎

(2) 図 1 の血管 a と b がつながっている心臓の部位として適切なものを①～④からそれぞれ 1 つ選べ。

血管 a イ

血管 b ウ

- ① 右心室 ② 右心房 ③ 左心室 ④ 左心房

問 2 表 1 は、ある湖における 1 年間の生産者の成長量、呼吸量、被食量、枯死量を示す。

成長量	呼吸量	被食量	枯死量
1170	490	260	80

単位 J/cm²

表 1

- (1) この湖には年間 500 kJ/cm² の太陽エネルギーが注がれていた。この時の生産者のエネルギー効率を答えよ。ただし、生産者のエネルギー効率は「(総生産量/注がれた太陽エネルギー) × 100(%)」とする。解答は、小数点第 2 位を四捨五入した値で答えよ。例えば、値が 12.34 の場合は . とせよ。

. %

- (2) この湖において、一次消費者のエネルギー効率が生産者のエネルギー効率の 30 倍であったとすると、1 年間における一次消費者の不消化排出量は何 J/cm² となるか答えよ。ただし、一次消費者のエネルギー効率は「(同化量/生産者の総生産量) × 100(%)」とする。また、生産者のエネルギー効率は(1)で求めた小数点第 2 位を四捨五入した値を用いること。解答は、小数点第 2 位を四捨五入した値で答えよ。例えば、値が 12.34 の場合は

. とせよ。

. J/cm²

問 3 図 2 は、生態系における炭素と窒素の循環経路を模式的に表している。黒矢印は炭素の、破線矢印は窒素の経路を示す。

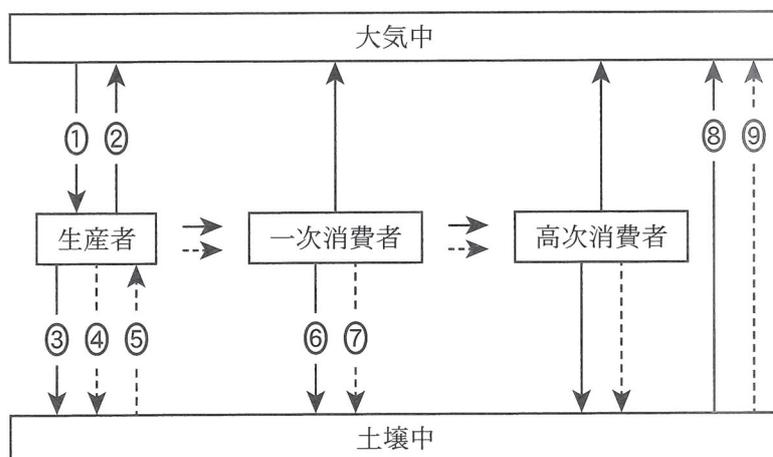


図 2

(1) 図 2 では、ある主要な経路が欠けている。この経路を説明する記述として最も適切なものを A 群の①～⑥から 1 つ選べ。また、この経路に関与する生物として最も適切なものを B 群の①～⑤から 1 つ選べ。

A 群 B 群

[A 群]

- ① 窒素循環のうち、大気中から土壌中への経路
- ② 窒素循環のうち、大気中から生産者への経路
- ③ 窒素循環のうち、生産者から大気中への経路
- ④ 炭素循環のうち、大気中から土壌中への経路
- ⑤ 炭素循環のうち、土壌中から生産者への経路
- ⑥ 炭素循環のうち、大気中から高次消費者への経路

[B 群]

- ① アゾトバクター
- ② 酵母
- ③ ゼニゴケ
- ④ 大腸菌
- ⑤ マメ科植物

(2) 光合成、脱窒、窒素同化に関わる経路を、図中の矢印①～⑨からそれぞれ 1 つ選べ。

光合成： 脱窒： 窒素同化：

問 4 ある植物に硝酸イオンを与えると、その 62 % が根から吸収され、その中に含まれる窒素の 80 % がタンパク質中に取り込まれる。この植物における窒素源が与えられた硝酸イオンのみであるとした場合、この植物が 20 g のタンパク質を合成するためには、何 g の硝酸イオンを与える必要があるか。小数点第 2 位を四捨五入した値で答えよ。ただし、タンパク質の平均窒素含量は 16 % とし、原子量は $H = 1$, $N = 14$, $O = 16$ とする。たとえば、答えが 10.0 g の場合 . とせよ。
 . g

Windom

問 5 図 3 の曲線 a—b—c は明るい部屋から急に暗い部屋に移動した後のヒト網膜の感度変化を模式的に示している。

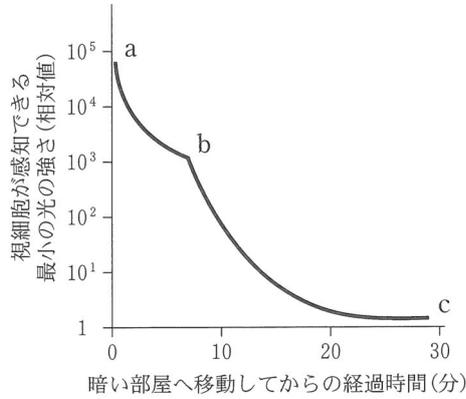
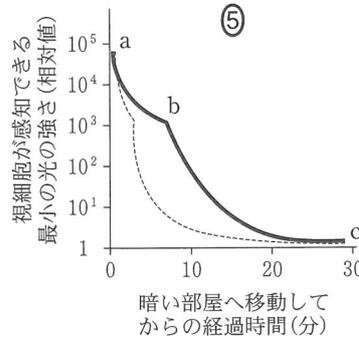
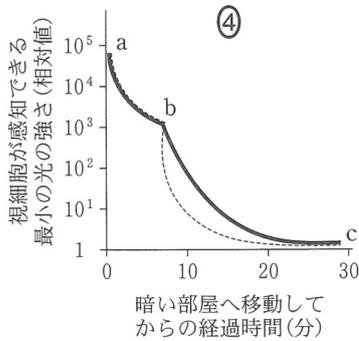
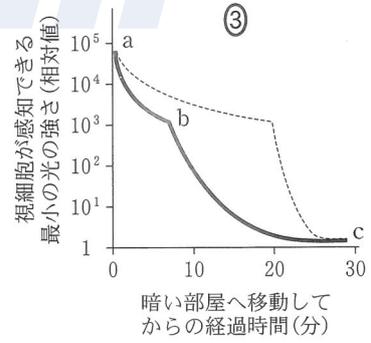
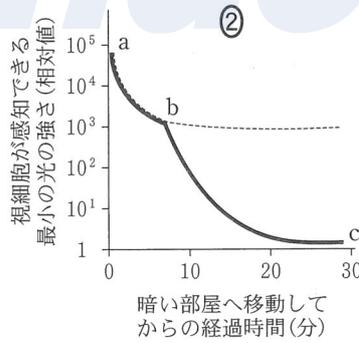
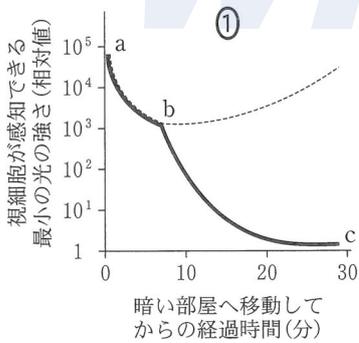


図 3

ビタミン A は視覚にとって重要である。体内のビタミン A が慢性的に不足する場合、明るい部屋から急に暗い部屋に移動した後、ヒト網膜の感度はどのように変化すると考えられるか、最も適切なものを①～⑤から 1 つ選べ。ただし、実線は図 3 と同じ曲線を示し、破線はビタミン A が慢性的に不足した時の感度変化を模式的に示しているとする。

ツ



Ⅲ 以下のA, Bの文章を読み, 問いに答えよ。

A 図1はメダカのX遺伝子の塩基配列の一部である。X遺伝子座のある劣性対立遺伝子では, 113番目の塩基がCからAに置換している。この劣性対立遺伝子のホモ接合体は免疫力が弱く, 飼育が困難である。そのため, この対立遺伝子は, ヘテロ接合体の雌雄を交配することにより維持されている。系統を維持するために, 毎世代, 得られた稚魚の中からヘテロ接合体を選び出す必要がある。この方法を手順1~4に示す。

手順1: 稚魚のヒレから最小片を切り出し, DNAを抽出する。

手順2: 抽出したDNAを用いて, 図1の塩基配列に相当する領域を含むDNAをPCR法により増幅する。

手順3: 得られたDNAを制限酵素MseIで切断する。MseIはDNA鎖の5'-TTAA-3'を認識し, 5'-T-3'と5'-TAA-3'の間で切断する。

手順4: 手順3で切断したDNAを電気泳動し, DNA断片の大きさを調べる。

```
1
5'-CAACGACACATGTACCTCAGGAACTTGGAA
31
AGATCATGGATTCTGAAACCTTTGAGAAGT
61
CACGTCTTTATCAGCTCGATAAAAAGCAACT
91
TCAGCTTTTGGTCTGGACTTTACTCGGAGA
113
↓
121
CGGAAGGAACGGTGAGAGACTCAATAGTCG
151
CCATTTCTGTTAATATAAGTGTCAAATTGT
181
TCACGAAGTGATGCTCATCTATCGAAACAT
211
TTTCAGCTGATCCTGCTGCTGGGTGGAATC
241
CCATTTCTGTGGGACATCGCTGGGTCTCTA-3'
```

図1

問 1 図 1 の塩基配列全体を PCR 法で増幅するとき、使用するプライマーとして適切なものを

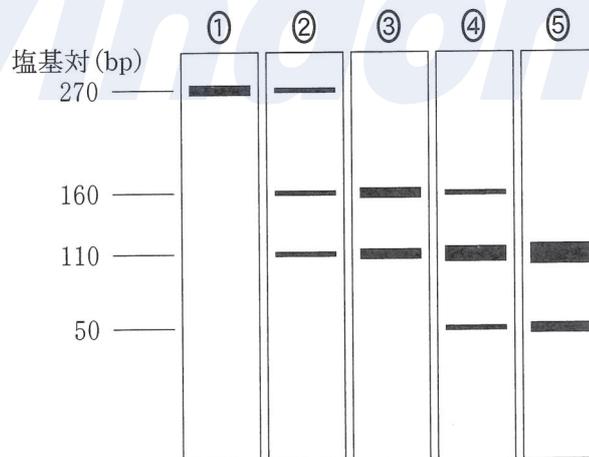
①～⑧から 2 つ選べ。

- ① 5'-ATCTCTGGGTCGCTACAG-3'
- ② 5'-CTGTAGCGACCCAGAGAT-3'
- ③ 5'-GACATCGCTGGGTCTCTA-3'
- ④ 5'-TAGAGACCCAGCGATGTC-3'
- ⑤ 5'-CAACGACACATGTACCTCAG-3'
- ⑥ 5'-CTGAGGTACATGTGTCGTTG-3'
- ⑦ 5'-GACTCCATGTACACAGCAAC-3'
- ⑧ 5'-GTTGCTGTGTACATGGAGTC-3'

問 2 この劣性対立遺伝子のヘテロ接合体とホモ接合体を示す電気泳動の結果として、最も適切なものを下図の①～⑤からそれぞれ 1 つ選べ。なお、PCR による新たな変異は生じず、また、PCR 法により得られた DNA は制限酵素で完全に切断されたものとする。

ヘテロ接合体

ホモ接合体



手順2ののち、ある蛍光試薬を用いた以下の反応を行うことにより、ヘテロ接合体を選び出すこともできる。この試薬に含まれる蛍光色素は、二本鎖DNAと特異的に結合して蛍光を発するが、一本鎖DNAには結合せず、蛍光も発しない。

手順3'：一定量のPCRの反応産物に一定量の蛍光試薬を加え、攪拌する。

手順4'：手順3'で調製した溶液を95℃で30秒間加熱したのち、25℃に下げ3分間待つ。

手順5'：手順4'で調製した溶液の蛍光の強さを測定しながら、溶液の温度を25℃から95℃まで徐々に上昇させ、温度と蛍光の強さの関係を調べる。

図2は、手順5'のうち、溶液の温度が72℃から81℃の間の蛍光の強さを示す。Aは正常なX遺伝子のホモ接合体または劣性対立遺伝子のホモ接合体を用いた時の結果であり、Bは正常なX遺伝子と劣性対立遺伝子のヘテロ接合体を用いた時の結果である。

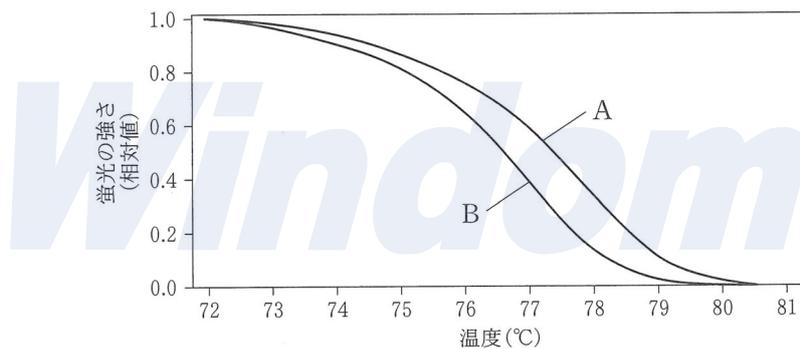


図2

問3 図2のA、Bにおいて温度上昇にともない蛍光の強さが減少した理由として、最も適切な

ものを①～⑤から1つ選べ。

- ① プライマーの消費のため。
- ② DNAヘリカーゼの作用のため。
- ③ DNAポリメラーゼの消費のため。
- ④ 塩基対の結合が水素結合であるため。
- ⑤ ヌクレオチド同士の結合が共有結合であるため。

問 4 蛍光の強さが A よりも B で小さくなった理由として最も適切なものを①～⑥から1つ選べ。 オ

- ① 一部の二本鎖 DNA に相補的でない塩基対が含まれるため。
- ② 全ての二本鎖 DNA に相補的でない塩基対が含まれるため。
- ③ 一部の二本鎖 DNA がすみやかにヌクレオチドに分解されるため。
- ④ 全ての二本鎖 DNA がすみやかにヌクレオチドに分解されるため。
- ⑤ 一部の DNA 鎖に DNA ポリメラーゼが結合できず、短い長さの二本鎖 DNA を含むため。
- ⑥ 一部の DNA 鎖に DNA ポリメラーゼが結合できず、全ての二本鎖 DNA の長さが異なるため。

Windom

B 筋の長さ(筋長)と筋力の関係を調べるために、ウシガエルのふくらはぎの筋(腓腹筋)を用いて2つの実験を行った。図3は実験装置の模式図である。筋の両端を糸で縛り、片端の糸は金属棒に固定した。もう片端の糸は筋の張力を計測できるセンサーに結びつけた。固定用の金属棒は筋長を変えて張力を記録できるように、その位置を任意に変えることができる。なお、棒の位置を変更した際にはかならず棒は固定され、筋収縮が生じてもその位置は変化しない。

実験1：筋を生体長(L_0)から伸張し、いくつかの筋長での張力を計測し、結果を図4の破線に示した。この張力を静止張力と呼ぶ。なお、生体長とは無負荷時における筋長と定義する。

実験2：実験1で計測したいくつかの筋長と、生体長から短くしたいくつかの筋長において、瞬間的な電気刺激を行い、各筋長における最大の張力を計測した。図4の実線はその結果を示す。なお、筋収縮によって発揮される張力を収縮張力と呼ぶ。

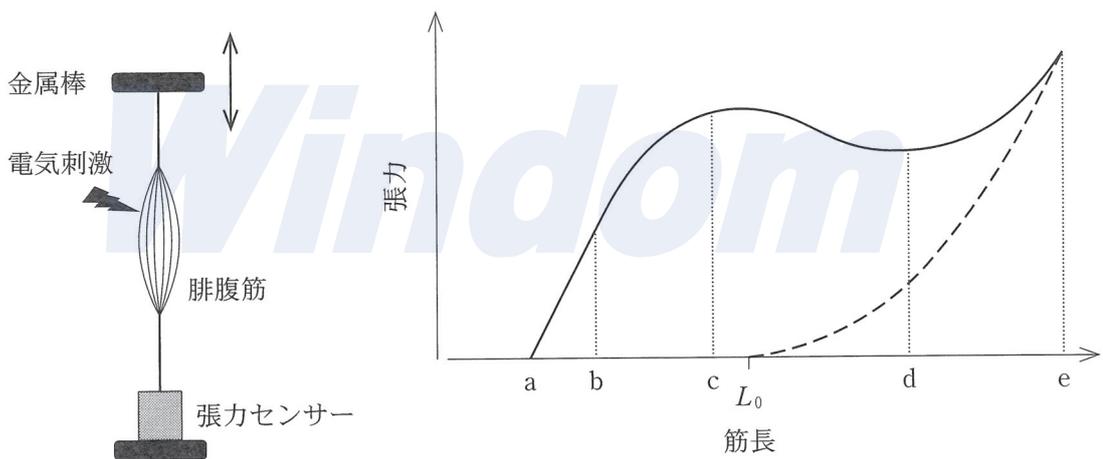


図3

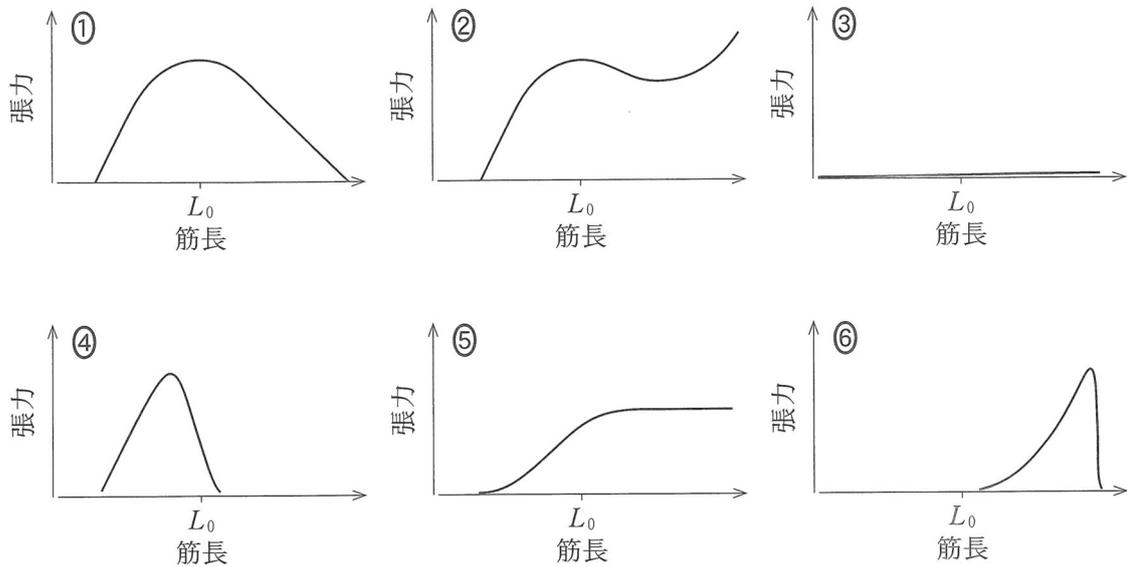
図4

問5 実験1で計測された静止張力の発生要因として最も適当なものを①～④から1つ選べ。

カ

- ① 筋や腱の組織の弾性に由来する張力
- ② 脊髄反射(伸張反射)に由来する張力
- ③ 筋小胞体からの Ca^{2+} の放出に由来する張力
- ④ 運動神経終末部からの神経伝達物質の放出に由来する張力

問 6 図4の筋長eでは、破線と実線で示す張力の値がほぼ同じになっている。このことを考慮に入れ、筋収縮によって発揮された収縮張力と筋長の関係を示した曲線として最も適切なものを①～⑥から1つ選べ。



問 7 図5は、ある筋長において、瞬間的な電気刺激(矢印)を行った際に得られる単収縮の張力曲線である。

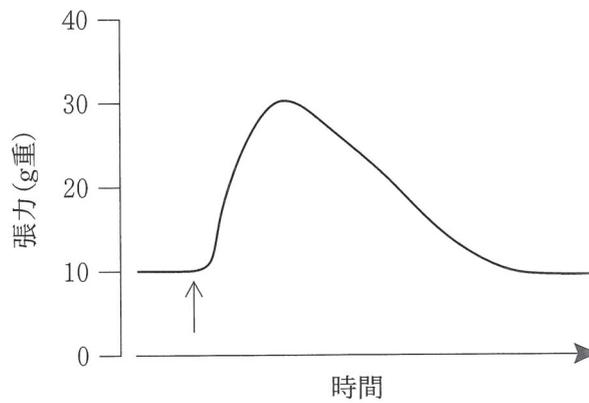


図5

(1) このときの筋長は図4のa～eのどれに相当するか、最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

(2) また、このときの静止張力と収縮張力の値として最も適切なものはどれか、①～⑤から1つずつ選べ。

静止張力： g 重

収縮張力： g 重

- ① 0 ② 10 ③ 20 ④ 30 ⑤ 40

問 8 図 6 はある筋長におけるサルコメアの微細構造を示す模式図である。

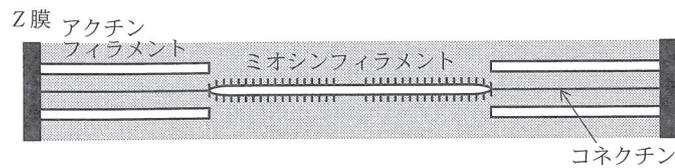


図 6

サルコメアが図 6 の状態にある筋長は、図 4 の a～e のどれに相当するか、筋長と収縮張力の関係を考慮に入れて①～⑤から1つ選べ。なお、図 6 の状態は、取り出された筋全体のサルコメアにおいても、同様であると仮定して答えよ。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

Windom