

# 平成19年度入学試験問題

## 理 科

### (注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1 ～ 10	18 ～ 20	3
化学Ⅰ・化学Ⅱ	11 ～ 30	21 ～ 27	7
生物Ⅰ・生物Ⅱ	31 ～ 50	28 ～ 32	5
地学Ⅰ・地学Ⅱ	51 ～ 60	33 ～ 37	5

4. 各解答紙の2箇所受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. 医学部保健学科看護学専攻の配点は、表示されるものの $\frac{2}{5}$ です。

# 生 物 I · 生 物 II

〔 1 〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(25 点)

ヒトの消化管は基本的に管状の構造をしており、独特の運動を繰り返しながら食物を消化する。消化管を構成する組織を横断面で観察すると、食物やその消化物が通る管の内表面を覆う〔 1 〕組織、〔 1 〕の直下に存在し多くの細胞外基質成分を含む〔 2 〕組織、そして消化管の運動そのものにかかわる〔 3 〕組織、さらには消化管の運動を巧妙に調節したり情報を伝える働きを持つ〔 4 〕組織が区別できる。消化管には消化液を分泌する〔 5 〕が付属している。だ液を分泌するだ液腺、すい液を分泌する〔 6 〕などである。口腔内で主として歯によって細断・粉碎された食物はだ液による一部の消化を受けた後、食道を<sup>①</sup>通って胃に運ばれる。そして、胃の中の特殊な環境下でよく働く酵素によりタンパク質の消化が始まる。かゆ状になった食物が小腸の最初の部分である十二指腸へ送り込まれると、胃液の性質を緩和する性質を持ち、種々の消化酵素を含むすい液が分泌され、<sup>③</sup>胆のうからも胆汁が分泌される。さらに刺激を受けた小腸壁からは腸液が分泌される。<sup>④</sup>このようにして消化管内の様々な消化酵素の作用により、最終的に食物中の炭水化物は単糖類に、タンパク質は〔 7 〕に、脂質は〔 8 〕および〔 9 〕に分解され、小腸壁から吸収される。小腸ではヒダがよく発達し、各々のヒダには多数の柔毛(柔突起)が存在しており、栄養分の吸収に必要な表面積の増大が図られている。単糖類と〔 7 〕は柔毛内の毛細血管に移行後、<sup>⑤</sup>太い血管(静脈)を經由して、〔 10 〕に入っていく。〔 10 〕に取り込まれた単糖類であるブドウ糖(グルコース)の一部は重合して高分子化合物となり、体内のエネルギー源として貯蔵される。また、〔 10 〕では有害なアンモニアが<sup>⑥</sup>より害の少ない物質に変えられる。一方、〔 8 〕および〔 9 〕は柔毛内で再び結合して脂肪粒となり、毛細リンパ管(乳び管)に入っていく。

問 1. 文章中の〔 1 〕～〔 10 〕にあてはまる最も適当な語句を下の語群からそれぞれ1つずつ選び、その記号を記入しなさい。

- |          |              |           |
|----------|--------------|-----------|
| (ア) 神 経  | (イ) 脂肪酸      | (ウ) 骨     |
| (エ) ひ 臓  | (オ) アセトアルデヒド | (カ) グリセリン |
| (キ) リグニン | (ク) 結 合      | (ケ) すい臓   |
| (コ) 肝 臓  | (サ) アルコール    | (シ) 消化腺   |
| (ス) 腎 臓  | (セ) 心 臓      | (ソ) 上 皮   |
| (タ) 汗 腺  | (チ) 核 酸      | (ツ) アンモニア |
| (テ) アミノ酸 | (ト) 筋        |           |

問 2. 下線部①～③に関して、だ液に含まれる消化酵素Xの名称、胃の中で作用するタンパク質分解酵素Y、すい液に含まれるタンパク質分解酵素Zの名称を次の語群からそれぞれ1つずつ選び、その記号を記入しなさい。

- |            |            |            |
|------------|------------|------------|
| (ア) オキシトシン | (イ) トリプシン  | (ウ) インスリン  |
| (エ) アミラーゼ  | (オ) リパーゼ   | (カ) アドレナリン |
| (キ) ペプシン   | (ク) サイトカニン | (ケ) カタラーゼ  |

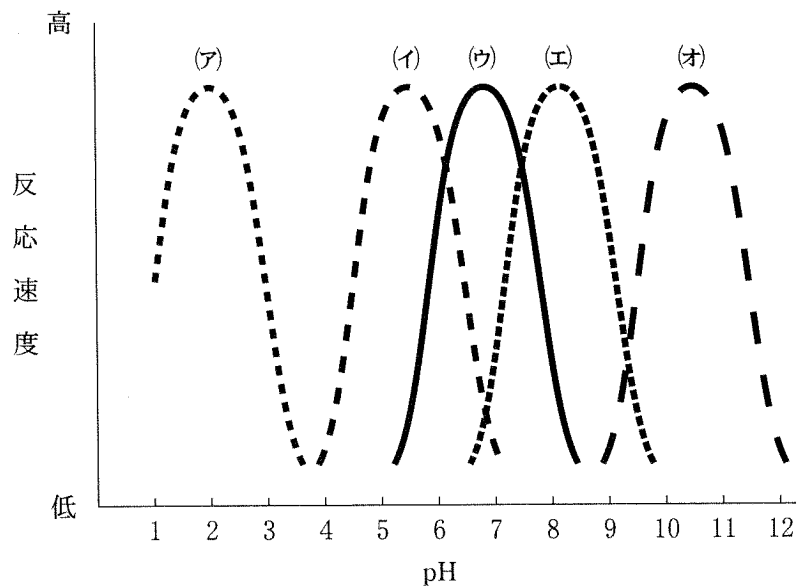
問 3. 下線部②について、胃の中の特殊な環境とは何か。20字以内で述べなさい。

問 4. 下線部④の胆汁を作る臓器の名称を記入しなさい。

問 5. 下線部⑤の静脈の名称を記入しなさい。

問 6. 下線部⑥のより害の少ない物質とは何か。その物質の名称を記入しなさい。

問 7. 問 2 の消化酵素 X, Y, Z の酵素活性の pH 依存性を示したものは下の図の中の(ア)~(オ)のどの曲線か。最も適当なものを 1 つずつ選び、記号を記入しなさい。



図



〔2〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(25点)

有性生殖を行う哺乳類では、生殖細胞が作られ、受精によって自分の遺伝情報が次世代に引き継がれている。生殖細胞のもとになる〔1〕は発生した後、やがて生じる生殖巣に向かって移動する。生殖巣に達した〔1〕は生殖巣の細胞の影響を受けて、卵原細胞あるいは精原細胞になり増殖する。マウスの卵巣では、卵原細胞から生じた卵母細胞は成長し、第1減数分裂期に入って途中で休止状態となっているが、排卵が近づくと卵母細胞は減数分裂を再開して極体を放出する。その後、卵母細胞は第2減数分裂を始めるが、再び減数分裂を一旦休止して、やがて<sup>①</sup>卵巣から<sup>②</sup>排卵される。排卵された卵母細胞に<sup>③</sup>精子が進入して、精子頭部が雄性前核になり、第2減数分裂の終了した卵の卵核と融合して受精が完了する。受精卵は卵割を繰り返しながら輸卵管を下降し、〔2〕を経て胞胚(胚盤胞)<sup>④</sup>になり子宮に達する。胞胚が子宮内膜に着床して妊娠が成立する。このように哺乳類は、魚類や両生類とは異なり体内受精を行う。しかし、近年の生殖科学の進歩により、体外受精で得られた胞胚を子宮に移植して、子を得ることができるようになった。これにより<sup>⑤</sup>キメラ動物、トランスジェニック動物およびクローン動物などを作る先端技術開発の道筋ができた。

問 1. 文章中の〔1〕および〔2〕に最も適当な語句を記入しなさい。

問 2. 下線部①のように、2回目の減数分裂の途中までを経過した卵母細胞はどのような能力を持つようになるか。20字以内で述べなさい。

問 3. 下線部②の卵母細胞を排卵させる脳下垂体ホルモンを次の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 成長ホルモン

(イ) プロラクチン

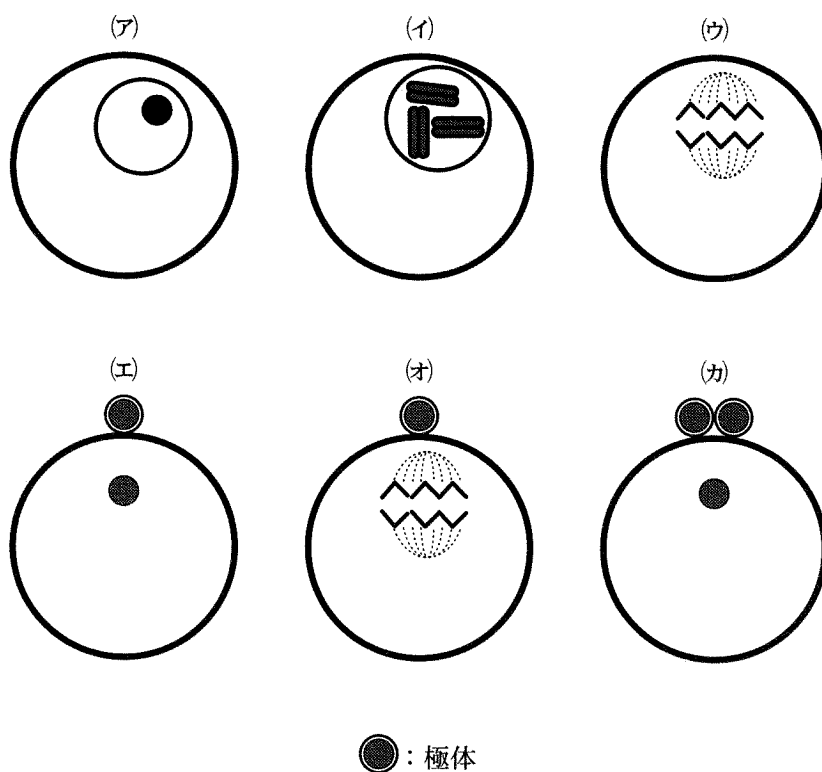
(ウ) 黄体形成ホルモン

(エ) 副腎皮質刺激ホルモン

(オ) ろ胞刺激ホルモン

(カ) 甲状腺刺激ホルモン

問 4. 精子が卵母細胞(あるいは卵)に進入する段階は動物の種類によって決まっている。図に示す(ア)~(カ)は、第1減数分裂の再開から第2減数分裂の終了までのマウス卵母細胞の成熟過程を順次模式的に表している。下線部③のマウス精子が進入する段階はどれか。また、ウニでは、精子が進入するのはマウスのどの段階に相当するか。最も適当と思われるものを次の(ア)~(カ)から選び、それぞれ記号で答えなさい。



図

問 5. 卵原細胞や精原細胞の分裂，および下線部④の受精卵の卵割は体細胞分裂である。しかし，受精卵の卵割は通常の体細胞分裂にない特徴がある。その特徴を 15 字以内で述べなさい。

問 6. 下線部⑤のキメラ動物を作製するために，マウス胞胚の内部細胞塊(内細胞層とも呼ばれ，将来の胚や胎仔となる)を用いて，以下の(ア)～(エ)の実験を行った。

(ア) 黒色マウスの雌雄を交配して得られた胞胚の内部細胞塊の細胞を分離し，適切な条件下で培養して，小形の細胞からなる島状のコロニー(細胞凝集塊)を得た。

(イ) 白色マウスの雌雄を交配して，胞胚を準備した。

(ウ) (ア)で得たコロニーを集め，その細胞を分散して(イ)で準備した胞胚の腔内に極細のガラス針を用いて注入した。

(エ) (ウ)で細胞注入された胞胚を黒色の母親マウスの子宮に移植した。

この黒色の母親マウスから黒と白の毛の模様を持つキメラマウスが生まれた。この結果から，胞胚の腔内に注入した(ア)の段階の細胞の性質を 30 字以内で述べなさい。



[ 3 ] 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(25点)

ある真核生物の遺伝子 X について調べた。この遺伝子からは 300 個のアミノ酸がつながったタンパク質 X が作られる。図 1 はタンパク質 X の始まりの 9 個のアミノ酸と終わりの 4 個のアミノ酸の配列を示し、途中の 287 個のアミノ酸配列は省略してある。図 2 は図 1 に示したタンパク質 X のアミノ酸配列に対応する 2000 塩基の配列を持つヌクレオチド鎖①、②からなる二本鎖 DNA の模式図である。タンパク質 X の 1 番目のメチオニンのコドンから最後のアルギニンの次の終止コドンに相当する部分までが示してあり、途中の 1958 塩基の配列は省略してある。塩基配列とアミノ酸の対応は、表 1 の遺伝暗号表を参考にしなさい。

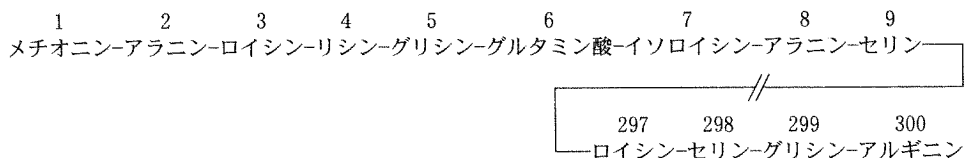


図 1 タンパク質 X のアミノ酸配列。番号は最初のメチオニンからのアミノ酸の数を示す。

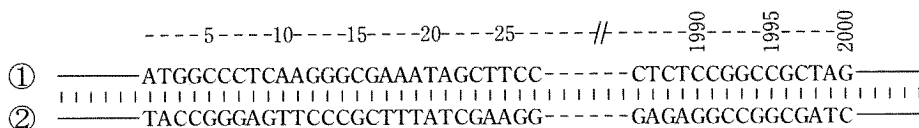


図 2 タンパク質 X のアミノ酸配列に対応する DNA の塩基配列。ヌクレオチド鎖①と②の間の縦線は相補的な塩基同士をつなぐ弱い結合を示す。番号は最初の A からの塩基の数を示す。

表1 遺伝暗号表

UUU } フェニルアラニン UUC UUA } ロイシン UUG }	UCU } セリン UCC UCA } UCG }	UAU } チロシン UAC } UAA } (終止) UAG }	UGU } システイン UGC } UGA } (終止) UGG } トリプトファン
CUU } CUC } ロイシン CUA } CUG }	CCU } CCC } プロリン CCA } CCG }	CAU } ヒスチジン CAC } CAA } グルタミン CAG }	CGU } CGC } アルギニン CGA } CGG }
AUU } AUC } イソロイシン AUA } AUG } メチオニン(開始)	ACU } ACC } ACA } ACG } トレオニン	AAU } アスパラギン AAC } AAA } リシン AAG }	AGU } セリン AGC } AGA } アルギニン AGG }
GUU } GUC } バリン GUA } GUG }	GCU } GCC } アラニン GCA } GCG }	GAU } アスパラギン酸 GAC } GAA } グルタミン酸 GAG }	GGU } GGC } グリシン GGA } GGG }

問 1. 遺伝子 X の塩基配列から RNA 合成酵素 (RNA ポリメラーゼ) の働きにより伝令 RNA (mRNA) の前駆体 RNA が合成される。

(1) この過程を何と呼ぶか。2～4字で答えなさい。

(2) (1)の過程は細胞内のどこで行なわれるか。下の(ア)～(カ)から最も適当なものを1つ選び、その記号を記入しなさい。

- (ア) 細胞膜      (イ) ゴルジ体      (ウ) 核      (エ) リボソーム  
(オ) 中心体      (カ) 液 胞

問 2. 下の図 3 は、図 2 の塩基配列から RNA が合成される過程を模式的に示したものである。遺伝子 X から伝令 RNA の前駆体が合成される様子を示した最も適当なものを(ア)~(エ)から 1 つ選び、その記号を記入しなさい。ただしヌクレオチド鎖①、②の向きは図 2 と同じで、①と②の間およびそれらと RNA の間にある縦線は、相補的な塩基同士をつなぐ弱い結合を示し、図中の灰色の楕円は RNA 合成酵素を示す。

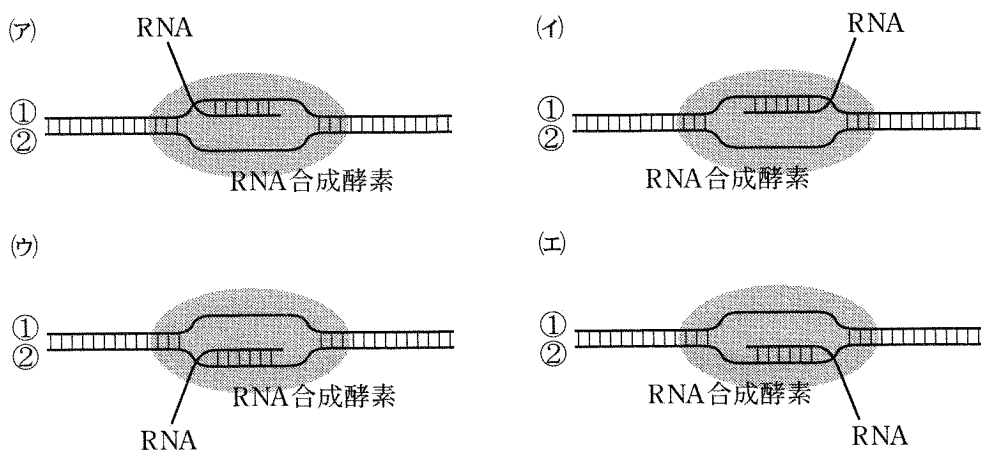


図 3

問 3.

- (1) 図 2 に示した 2000 塩基の配列の内、タンパク質 X のアミノ酸配列として読み取られない塩基配列の数はおよそいくらか。100 の整数倍で答えなさい。
- (2) このアミノ酸配列として読み取られない塩基配列を何と呼ぶか。
- (3) 前駆体 RNA からアミノ酸配列として読み取られない塩基配列を除去する過程を何と呼ぶか。

(4) (3)の過程の後、完成した伝令 RNA の塩基配列から図 1 のアミノ酸配列を読み取る過程を何と呼ぶか。2～4 字で答えなさい。

(5) (4)の過程は細胞内のどこで行なわれるか。下の(ア)～(カ)から最も適当なものを 1 つ選び、その記号を記入しなさい。

- (ア) 細胞膜      (イ) ゴルジ体      (ウ) 核      (エ) リボソーム  
(オ) 中心体      (カ) 液 胞

(6) (4)の過程に関与する運搬 RNA (tRNA) の持つ 2 つの機能的特徴をそれぞれ 18 字以内で述べなさい。

問 4. この生物のある個体から DNA を取りだし、遺伝子 X の塩基配列を調べたところ、図 2 に示すヌクレオチド鎖①の塩基配列の先頭から 8 番目の T が欠けていた。これ以外に遺伝子 X の塩基配列に変化が無いならば、この個体の遺伝子 X の塩基配列からはどのような産物が作られると考えられるか。その理由を含めて 70 字以内で述べなさい。

〔4〕 神経系に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(25点)

脊髄には脳と末梢を結ぶ感覚や運動の情報の伝達経路としての働きがあり、<sup>①</sup>たくさん<sup>②</sup>の神経繊維束(脊髄神経)が脊髄から出ている。皮膚や筋肉などにある感覚器からの情報は背根(後根)を<sup>②</sup>通って脊髄に入り、体や手足などを動かすための信号は腹根(前根)から出て筋肉に伝わる。

ウシガエル<sup>②</sup>の最も長い脊髄神経である坐骨神経を切り出し、神経の興奮と伝導に関する以下の4つの実験を行った。最初に、図1に示すように、電気刺激用の電極S1とS2を脊髄側の神経端に置き、記録用の電極R1とR2を、それぞれ、S2から2cm離れた部位aと、ピンセットで強く押しつぶしておいた筋肉側の神経末端(斜線部分)に置いた。

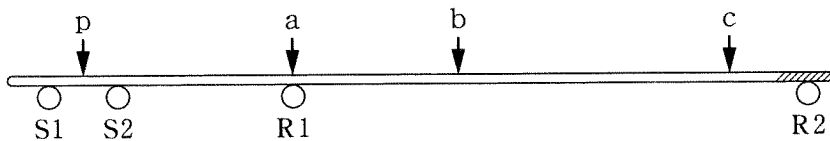


図1 坐骨神経と電極の配置

〔実験1〕 S1に電気刺激装置のプラス(+)極を、S2にマイナス(-)極を接続して、非常に短い時間だけ(0.1ミリ秒間)神経に刺激を与えた。刺激強度を増していくと、活動電位の振幅も次第に大きくなったが、ある強度の時に振幅は最大になり、それ以上強度を増しても、活動電位の振幅は大きくならなかった。<sup>③</sup>

〔実験2〕 電極R1を神経の部位aに置いた時に観察される波形は、図2Aに示すように、ピークが1つの山型であったが、R1の位置をS2から遠ざけるにしたがって、2つのピークが区別できるようになった。図2Bと2Cは、それぞれ、R1を図1の部位bと部位cに置いた時に観察された活動電位の波形を示す。

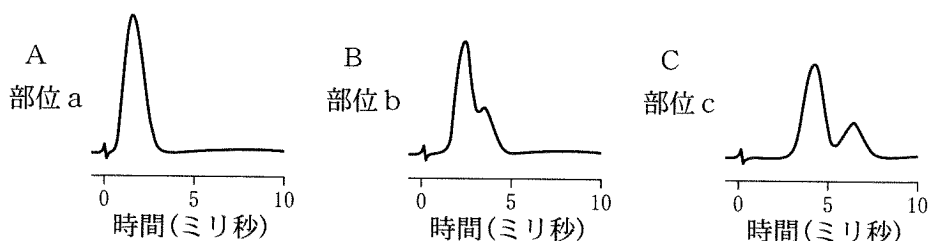


図2 実験2で観察された活動電位波形

〔実験3〕 R1を部位aに置き、刺激の持続時間を次第に長くしてゆくと、図3 Aに示すように、刺激の開始(*on*)と終了(*off*)の時にそれぞれ1つずつ活動電位が観察されるようになった。次に、S1に刺激装置の-極を、S2に+極を接続して、刺激の極性を逆にして神経を刺激してもほぼ同様な活動電位が観察された(図3 B)。

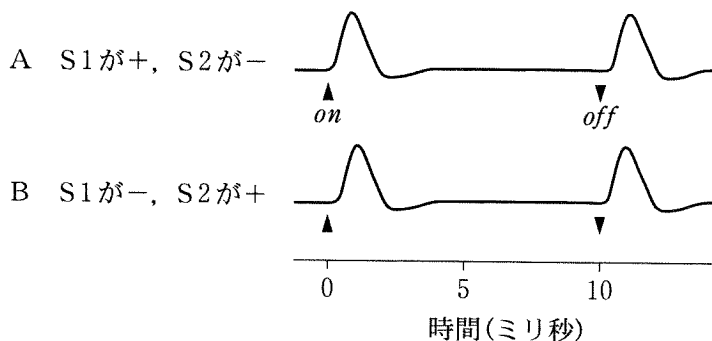


図3 実験3で観察された活動電位波形

〔実験4〕 図1の刺激電極S1とS2の間の部位pをピンセットで強く押しつぶして、この部位での活動電位の伝導ができないようにした後、実験3と同様な電気刺激を行った。図4にその結果を示す。S1が+極に、S2が-極に接続していた時は、刺激開始時にだけ活動電位が観察された。逆に、S1が-極に、S2が+極に接続していた時は、刺激終了時にだけ活動電位が観察された。

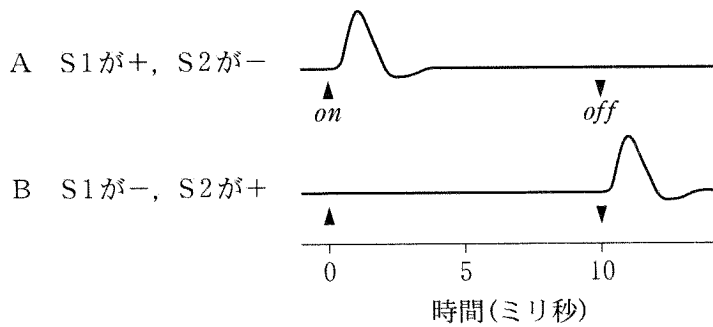


図4 実験4で観察された活動電位波形

- 問 1. 脊髄には下線部①の働きの他に、もう1つ重要な働きがある。それは何か答えなさい。
- 問 2. 脊髄神経を通る運動神経と感覚神経の細胞体はそれぞれどこにあるか答えなさい。
- 問 3. 下線部②に関して、骨格筋にある感覚器の名称は何か。また、その働きについて50字以内で述べなさい。
- 問 4. 実験1の下線部③の理由は何か。30字以内で述べなさい。
- 問 5. 実験2で活動電位の波形に2つのピークが現われたのはなぜか。その理由を30字以内で述べなさい。

問 6. 通常、神経をある一定の強さの直流電流で長時間刺激しても活動電位が発生するのは刺激の開始時と終了時のみである。刺激の開始時と終了時に発生する活動電位に関し、実験 3 と実験 4 の結果からどのようなことが言えるか。最も適当な答えを次の(ア)~(オ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 刺激開始時と刺激終了時に発生する活動電位は、どちらも+極に接した部位から発生する。
- (イ) 刺激開始時と刺激終了時に発生する活動電位は、どちらも-極に接した部位から発生する。
- (ウ) 刺激開始時の活動電位は+極に接した部位から発生し、刺激終了時の活動電位は-極に接した部位から発生する。
- (エ) 刺激開始時の活動電位は-極に接した部位から発生し、刺激終了時の活動電位は+極に接した部位から発生する。
- (オ) 実験 3 と実験 4 の結果からは、活動電位がどこで発生するか分からない。

〔5〕 呼吸と光合成に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(25点)

地球上に生命が誕生したとき、当時の大気に酸素は含まれていなかったと考えられる。したがって、初期の生物は有機物を〔1〕により分解することでエネルギーを得ていた。やがて光合成生物が出現し、空気中の二酸化炭素から有機物を作り出せるようになった。重要な進化の転機は、酸素を発生する光合成生物の出現である。このことは、大気中の酸素濃度を上昇させることになり、〔2〕により有機物からエネルギーを得る生物が出現した。〔2〕は、有機物を最終的に二酸化炭素と水まで分解するため、〔1〕よりエネルギー生産効率において優れている。

このように呼吸と光合成では、酸素の出入りは、見かけ上反対である。呼吸では、<sup>①</sup>解糖系によって作られたピルビン酸は、細胞小器官である〔3〕に入る。そこで、クエン酸回路の脱水素酵素、脱炭酸酵素の働きにより、二酸化炭素を放出し、また $X \cdot 2 [H]$ を生成する。Xは[H]を結合する補酵素である。 $X \cdot 2 [H]$ の[H]は、電子伝達系で水素イオンと電子に分けられ、最終的に電子は酸素と反応し水が作られる。この電子伝達で生じるエネルギーにより、ATPが作られる。一方、光合成は、真核光合成生物では、細胞小器官である〔4〕で行われ、電子伝達系によって作られるATPと $X \cdot 2 [H]$ を用いて、〔5〕により空気中の二酸化炭素から有機物を作り出す過程である。したがって、酸素と同様に二酸化炭素の出入りも呼吸と光合成で反対である。このような気体の出入りは、<sup>②</sup>葉の表皮に存在する〔6〕を介して行われる。〔6〕は、水の出口にもなっており、植物が水不足になると〔6〕は閉じて植物の〔7〕は抑えられ、植物体から水<sup>③</sup>を失わないようにしている。

問 1. 文章中の〔1〕～〔7〕に当てはまる最も適当な語句を記入しなさい。

問 2. 下線部①について、光合成において酸素が発生する反応と酸素が由来する物質は何か。それぞれ答えなさい。

- 問 3. 光合成は呼吸と同様に ATP を作り出すが、そのしくみは異なっている。  
呼吸では、有機物に蓄積された化学エネルギーが ATP 生産のエネルギー源である。光合成において ATP を生産するエネルギー源は何か答えなさい。
- 問 4. 野外の植物では、問 3 で答えたエネルギー源が増えても二酸化炭素の吸収量が必ずしも上昇しない。その理由を 40 字以内で述べなさい。
- 問 5. 植物の根は光合成を行わないが、根の細胞はどのようにして ATP を作っているのか。40 字以内で述べなさい。
- 問 6. 下線部②について、二酸化炭素の出入りが見かけ上なくなる光の強さを何と呼ぶか答えなさい。
- 問 7. 下線部③について、この反応に関わる植物ホルモンは何か答えなさい。

