

科目	生 物
----	-----

理学部 生物学科

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、問題冊子の1ページから10ページにわたっています。
3. 解答用紙は5枚、下書用紙は3枚で、問題冊子とは別になっています。
4. 問題冊子、解答用紙、下書用紙が不備な場合は、直ちに監督者に申し出てください。
5. 受験番号（**1カ所**）は、すべての解答用紙の所定の欄に記入してください。
6. 解答は、すべて横書きとし、解答用紙の所定の欄に記入してください。**解答用紙の所定の欄以外に記入した場合は、採点の対象となりません。**
7. 試験終了時に、解答用紙5枚すべて提出してください。問題冊子と下書用紙は、持ち帰ってください。

1 代謝とエネルギーに関する次の問い(問1~7)に答えなさい。

問1. 動物細胞を構成する有機物の成分として重量比で2番目に多い物質は何か。次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 炭水化物 (イ) タンパク質 (ウ) 脂質 (エ) 核酸

問2. 真核細胞内の呼吸に関与する場を、次の(ア)~(キ)からすべて選び、記号で答えなさい。

(ア) 細胞膜 (イ) 小胞体 (ウ) 細胞質基質 (エ) ゴルジ体
(オ) リソソーム (カ) リボソーム (キ) ミトコンドリア

問3. 呼吸を再現する目的でグルコース ($C_6H_{12}O_6$) を空気中で完全に燃焼させたところ、二酸化炭素と水が生じた。燃焼に用いたグルコースが 18 g であった場合に、完全燃焼の結果生じる二酸化炭素は、理論上何gになるか。次の(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えなさい。なお、原子量は、 $H = 1$, $C = 12$, $O = 16$ とする。

(ア) 3.3 (イ) 6.6 (ウ) 13.2 (エ) 26.4 (オ) 52.8

問4. 細胞内の代謝によるエネルギーのやりとりは、アデノシン3リン酸(ATP)とよばれる物質の合成反応や分解反応を介しておこなわれる。ATPに関する次の記述(ア)~(エ)について、正しいものには○を、誤りのものには×を、それぞれ記入しなさい。

(ア) ATPは、塩基、糖、リン酸より構成される物質である。
(イ) ATPは、水素結合が切断されることで化学エネルギーを放出する。
(ウ) ATPは、ホタルの発光に関わる化学反応のエネルギー源となる。
(エ) ATPは、分解されると水と二酸化炭素になる。

問5. 次の文章を読み、下の問い(1)~(3)に答えなさい。

酵素は化学反応の速度を速くするはたらきがあり、このはたらきをもつ物質を とよぶ。酵素には特定の物質にだけ作用する性質がある。例えば、 という酵素は過酸化水素を水と酸素に分解する化学反応の としてはたらき、また、アミラーゼという酵素はデンプンを麦芽糖(マルトース)に分解する化学反応を する。アミラーゼを構成する成分は であるため、高温条件や強酸性条件では として機能することができなくなる。

(1) 文中の と にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

(2) にあてはまる最も適切な語を、次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 炭水化物 (イ) タンパク質 (ウ) 脂質 (エ) 核酸

(3) 下線部①について、酵素が特定の物質にだけ作用する性質を何とよぶか、答えなさい。

問6. 光合成と化学合成に関する次の記述（ア）～（カ）について、正しいものには○を、誤りのものには×を、それぞれ記入しなさい。

- （ア）炭酸同化をおこなうことができる生物を従属栄養生物という。
- （イ）化学合成では、無機物の還元反応から得られるエネルギーを利用して炭酸同化をおこなう。
- （ウ）緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌は光合成をおこない、酸素を放出する。
- （エ）亜硝酸菌は硝酸イオンを酸化して亜硝酸イオンに変える。
- （オ）硝酸菌は亜硝酸イオンを酸化して硝酸イオンに変える。
- （カ）光合成と化学合成では電子伝達に伴う水素イオンの濃度勾配が形成される。

問7. 葉緑体の起源に関する仮説を、細胞内共生説に基づいて60字以内で説明しなさい。

2 動物の発生に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えなさい。

カエルの卵は、卵黄が植物極側に偏った **I** である。①精子が②卵の動物極側に侵入して③受精が起こると、表層が内部の細胞質に対して約 **II** 度回転し、精子の侵入点とは反対側の表層に、色素の薄い部分（周囲とは色の異なる部分）ができる。この部分を **a** とよび、これがある側が将来の **III** 側となり、その反対側は **IV** 側となる。

④受精卵は、体細胞分裂が連続して起こる **b** の進行により、^{もうじつ}桑実胚を経て胞胚になる。さらに胚の発生が進むと、胚の表面の細胞層は内側へ陥入していき、胚の内部に新たな空所である **c** が形成される。陥入する部分の上側は **d** とよばれ、それ自身はやがて **V** 組織に分化するとともに、予定外胚葉域から **e** を⑤誘導する。**d** のようなはたらきをもつ胚の領域を **f** とよぶ。

問1. 文中の **I** ～ **V** にあてはまる最も適切な語または数値を、次の（ア）～（セ）からそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。

- （ア）端黄卵 （イ）等黄卵 （ウ）心黄卵 （エ）15 （オ）30 （カ）45
（キ）60 （ク）左 （ケ）右 （コ）腹 （サ）背 （シ）外胚葉
（ス）中胚葉 （セ）内胚葉

問2. 文中の **a** ～ **f** にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

問3. 下線部①と②に関する記述として適切なものを、次の（ア）～（オ）からすべて選び、記号で答えなさい。

- （ア）精子の頭部には核と先体が、尾部にはせん毛が存在する。
（イ）卵は通常の体細胞よりも大きく、細胞膜の外側に卵膜をもつ。
（ウ）1つの一次精母細胞から、最終的に4つの精子が形成される。
（エ）1つの一次卵母細胞から、最終的に2つの卵と2つの極体が形成される。
（オ）一次卵母細胞は減数分裂の第一分裂で不均等に分裂する。

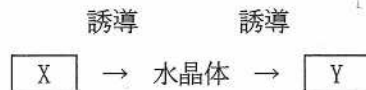
問4. 下線部③について、ウニの受精は次に示すように放卵・放精に続いて、 ~ の順番で起こる。 ~ にあてはまるウニの受精過程で起こる現象を、下の(ア) ~ (オ) からそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。

ウニの受精過程： 放卵・放精 → → → → →

- (ア) 受精膜が形成される。
- (イ) 精子の頭部からタンパク質分解酵素などが放出される。
- (ウ) 表層反応が起こる。
- (エ) 精子が卵表面のゼリー層に接触する。
- (オ) 精子と卵の細胞膜が融合する。

問5. 下線部④について、受精から胞胚までに起こる細胞分裂では、通常の体細胞の細胞分裂に比べて速く進む。その理由を、20字以内で説明しなさい。

問6. 下線部⑤について、次に示すような、イモリの眼の水晶体を誘導する組織Xの名称と、水晶体からの誘導によってできる組織Yの名称を、下の(ア) ~ (キ) からそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。



- (ア) 角膜 (イ) ガラス体 (ウ) 眼杯 (エ) 網膜 (オ) 表皮
- (カ) 毛様体 (キ) チン小体

3 神経細胞の興奮に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えなさい。

1940年代に、イギリスの研究者はヤリイカの巨大軸索を用いた実験により、神経細胞の細胞膜に発生する電気的な信号の特徴を調べた。図1(a)はその実験の概要を、図1(b)はオシロスコープの波形とその伝導の状態(①～③)を示す。

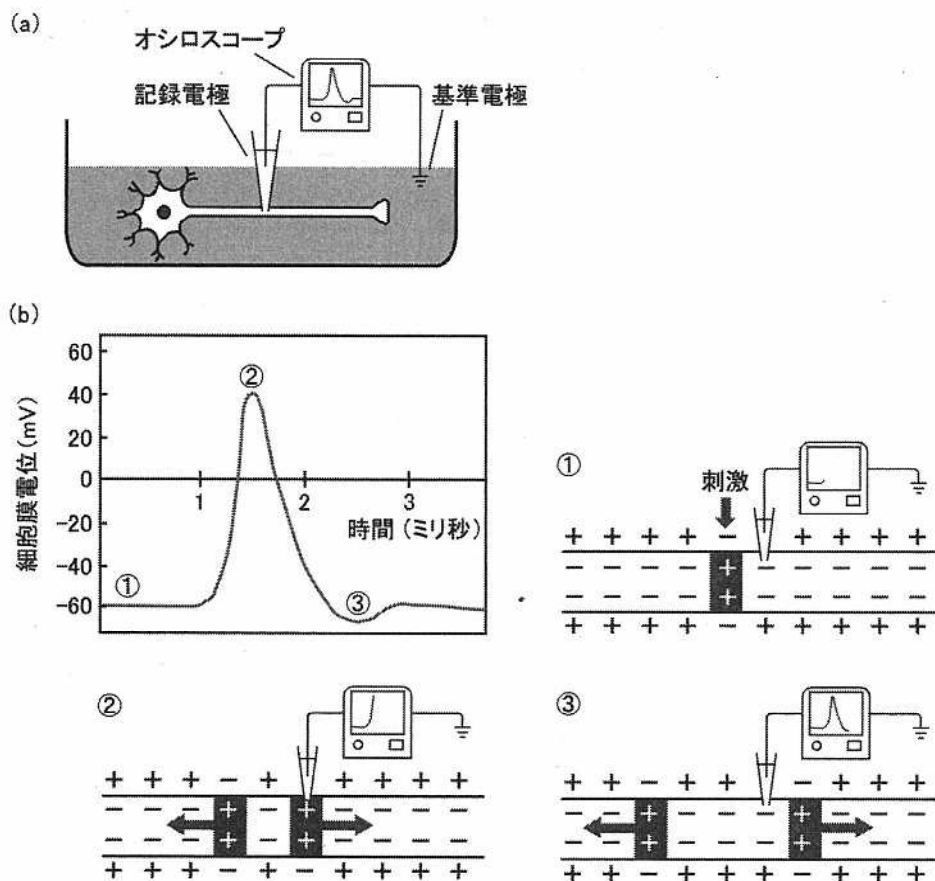


図1

問1. 図1(a)に示す膜電位記録実験に関して、次の(ア)～(エ)の記述について、正しいものには○を、誤りのものには×を、それぞれ記入しなさい。

- (ア) 膜電位は細胞体と軸索間の電位差で求められる。
- (イ) 細胞膜におけるイオンの選択的透過性は、膜電位に関係なく一定である。
- (ウ) 軸索上の興奮の伝導速度はすべての神経細胞で等しい。
- (エ) 神経細胞の興奮を引き起こす最小の刺激の強さを閾値いまいちとよぶ。

問2. 図1(a)に示す神経細胞の静止電位は何mVであるか、図1(b)より読み取り答えなさい。また、静止電位の維持に最も影響を与えるイオンの名称を1つと、静止電位の維持に重要な役割を果たす膜タンパク質の名称を2つ、それぞれ答えなさい。

問3. 図1(b)で、②の電位上昇に最も影響を与えるイオンの名称と、電位上昇に最も重要な役割を果たす膜タンパク質の名称を、それぞれ1つ答えなさい。

問4. 図1(b)で、②の電位上昇を③まで低下させる過程に最も影響を与えるイオンの名称と、その過程に最も重要な役割を果たす膜タンパク質の名称を、それぞれ1つ答えなさい。

問5. 神経細胞の興奮と筋収縮に関する次の文章中の [a] ~ [g] にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

神経細胞の興奮が軸索末端まで伝導すると、神経終末では [a] の分泌が起こる。この分泌過程は [b] イオンが細胞内に流入することにより進行する。神経筋接合部では、神経終末と筋細胞が [c] を形成し、興奮伝導により [a] である [d] が分泌され、筋収縮を引き起こす。この過程では筋原繊維をおおっている [e] より [b] イオンが放出され、 [b] イオンが [f] と結合することによりアクチンが [g] と結合できるようになり、筋収縮が起こる。

4 生物の環境応答に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えなさい。

生物は、さまざまな外部環境の情報を感知し、それに対して適切に応答するしくみを備えている。外部環境情報の1つに光がある。ヒトでは、視覚によって光の明暗や色の違いを感知している。ヒトにおける色の違いの感知（色覚）には、①赤、青、緑の光をそれぞれ吸収する3種類の視物質が関わっている。

一方、植物では②赤色光を受容する光受容体や③青色光を受容する光受容体が存在し、植物の環境応答に関わっている。植物は、これらの光受容体以外にも特定の色の光を吸収する色素をもっている。④植物の葉が緑色を呈している原因となる色素は特定の色の光を吸収し、植物の生存に重要な役割を担っている。植物にとって光は、成長・分化にも影響する重要な環境要因である。光に応答した成長・分化には、光に応答して⑤転写が活性化される遺伝子が関わっている。

問1. 下線部①の視物質について、次の問い（1）～（4）に答えなさい。

(1) 下線部①の視物質が存在する細胞の名称を、次の（ア）～（エ）から1つ選び、記号で答えなさい。

（ア）色素細胞 （イ）連絡神経細胞 （ウ）^{すいたい}錐体細胞 （エ）^{かんたい}桿体細胞

(2) 赤、青、緑の各色の光のうちで、波長の最も短い光と、最も長い光はそれぞれ何色か、答えなさい。

(3) 下線部①の3種類の視物質とそれを含む細胞についての記述として適切なものを、次の（ア）～（ウ）から1つ選び、記号で答えなさい。

（ア）色を識別する細胞は1種類で、1つの細胞が赤、青、緑の光をすべて吸収する。

（イ）色を識別する細胞は3種類あり、赤と青、青と緑、緑と赤のそれぞれ2つの色の光を主に吸収する細胞に分かれている。

（ウ）色を識別する細胞は3種類あり、赤、青、緑の各色の光を主に吸収する細胞に分かれている。

(4) 下線部①の視物質とは異なる視物質が、色の識別には関わらないが、非常に弱い光に反応している。この視物質の名称を答えなさい。また、この視物質が存在する細胞の名称を、次の（ア）～（エ）から1つ選び、記号で答えなさい。

（ア）色素細胞 （イ）連絡神経細胞 （ウ）^{すいたい}錐体細胞 （エ）^{かんたい}桿体細胞

問2. 下線部②の光受容体では、赤色光を受容したすぐ後に、別の光を照射されると、赤色光の作用が打ち消されることが知られている。赤色光の作用を打ち消す光は何色光か答えなさい。

問3. 下線部③の光受容体の作用の1つに、気孔の開閉の調節がある。これについて次の問い(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 青色光の照射による気孔の開閉に関わる主要な青色光受容体の名称を答えなさい。
- (2) 気孔の開閉は、光以外にもさまざまな要因で制御される。例えば、乾燥にตอบสนองして気孔は閉じる。乾燥に対して気孔が閉じることは、植物にとってどのような利点があるか、30字以内で説明しなさい。
- (3) 乾燥にตอบสนองして気孔を閉じさせる際にはたらく植物ホルモンの名称を答えなさい。

問4. 下線部④の色素について、次の問い(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 下線部④の色素の名称を、次の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。
(ア) 緑色蛍光タンパク質 (イ) アントシアニン (ウ) クロロフィル (エ) ルビスコ
- (2) 下線部④の色素が存在する細胞小器官の名称を答えなさい。また、その細胞小器官内において下線部④の色素が存在する膜の名称を答えなさい。
- (3) 下線部④の色素が主に吸収する光の組合せについて、最も適切なものを次の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。
(ア) 赤色光と青色光 (イ) 赤色光と緑色光 (ウ) 青色光と緑色光
(エ) 赤色光, 青色光, 緑色光のすべて

問5. 下線部⑤の転写および転写によってできたRNAの加工について、次の文中の [a] ～ [e] にあてはまる最も適切な語を答えなさい。

真核細胞における転写の場合、RNAの合成にはたらく酵素である [a] だけでは転写が開始できず、[a] を助けてプロモーター上に配置する [b] と、特定の塩基配列(転写調節配列)に結合し、転写を調節するタンパク質が関わることにより、転写が開始できる。

真核細胞の核内では、転写された直後のmRNA前駆体から一部の領域が除かれ、残りの部分がつながってmRNAになる。このようなmRNA前駆体の加工の過程を [c] とよび、mRNA前駆体から除かれる部分に対応しているDNAの領域は [d] とよばれる。[c] の過程で除かれず、mRNAに残る部分に対応しているDNAの領域は [e] とよばれる。

5 生物の生態と環境に関する次の文章を読み、下の問い（問1～8）に答えなさい。

生物の個体群の密度が増加すると、種内 が激しくなり、個体群の成長は抑制される。また、生物によっては、①個体の形態や行動が変化する場合があり、周囲の環境にも大きな影響を与えることがある。例えば2020年には、アフリカや中東のいたるところで、②サバクトビバッタ（ワタリバッタのなかま）が大量に発生して農作物を食い荒らし、大きな社会問題を引き起こした。これは個体の形態や行動が変化した例であり、このようなバッタの高密度条件で出現する型は 、低密度条件で出現する型は とよばれ、③それぞれの生息環境に適した性質をもっている。④アフリカや中東で上記のバッタが爆発的に発生した要因として、⑤地球温暖化の影響も示唆されている。これらのバッタには、さまざまな動植物に影響する殺虫剤だけでなく、⑥バッタに感染する子のう菌を用いた駆除法も開発されている。

問1. 文中の ～ にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

問2. サバクトビバッタやトノサマバッタが示す、個体群密度の変化で生じる下線部①の現象は何とよばれるか、答えなさい。

問3. 下線部②について、生産者（植物）と一次消費者（バッタ）の総生産量や成長量は、次の式で表される。

$$\text{植物の総生産量} = \text{純生産量} + \text{$$

$$\text{植物の成長量} = \text{純生産量} - \text{$$

$$\text{バッタの成長量} = \text{$$

それぞれの式の ～ にあてはまる最も適切な語を、次の（ア）～（オ）からそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。

（ア）同化量 （イ）呼吸量 （ウ）摂食量 （エ）不消化排出量 （オ）被食量

問4. 下線部③について、低密度条件から高密度条件に変わることによって出現した型は、どのような問題をさけることができると考えられるか。生息地の食物量に注目し、移動性の変化をふまえて、40字以内で説明しなさい。

問5. 下線部④について、アフリカ大陸では初期の人類が進化したことが知られている。人類の進化に関する次の(ア)～(カ)の記述を、年代の古い方から順に並べなさい。

(ア) ホモ・サピエンスがアジアや北米に分布を広げた。

(イ) ネアンデルタール人がヨーロッパなどに分布を広げた。

(ウ) アウストラロピテクスが出現した。

(エ) ホモ・エレクトスが出現した。

(オ) 霊長類が出現した。

(カ) 類人猿が出現した。

問6. 下線部⑤の地球温暖化は、大気中の二酸化炭素やフロン、メタンなどの濃度の上昇に原因があると考
えられている。地球温暖化の原因となるこれらの気体を何とよぶか、答えなさい。

問7. 下線部⑥のバクテリアに感染する子づ菌は、毒素となるペプチドをつくり、特定のバクテリアに対して致死
的な影響を与える。特定のバクテリアに感染する子づ菌を用いた駆除法が注目される理由について、生物
多様性への影響の観点から60字以内で説明しなさい。

問8. 下線部⑥の子づ菌が含まれる分類群について、最も適切なドメインの名称を答えなさい。

○

科目	生	物
----	---	---

受験番号				

採点

解答用紙

(5枚中の 第2枚)

2

問 1

I		II		III		IV		V	
---	--	----	--	-----	--	----	--	---	--

問 2

a		b		c	
d		e		f	

問 3

--

問 4

A		B		C		D		E	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

問 5

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

問 6

X	
---	--

Y	
---	--

○

科目	生	物
----	---	---

受験番号				

採点

解答用紙

(5枚中の 第3枚)

3

問 1

ア		イ		ウ		エ	
---	--	---	--	---	--	---	--

問 2

静止電位	mV	イオン		イオン
膜タンパク質				

問 3

イオン		イオン
膜タンパク質		

問 4

イオン		イオン
膜タンパク質		

問 5

a		b		c	
d		e		f	
g					

見本

○

科目	生 物
----	-----

受験番号									

採点

解答用紙

(5枚中の 第4枚)

4

問 1 (1)

--

問 1 (2)

波長が最も短い光	色	波長が最も長い光	色
----------	---	----------	---

問 1 (3)

--

問 1 (4)

視物質		視物質が存在する細胞	
-----	--	------------	--

問 2

	色光
--	----

問 3 (1)

--

問 3 (2)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

問 3 (3)

--

問 4 (1)

--

問 4 (2)

細胞小器官		細胞小器官内の膜	膜
-------	--	----------	---

問 4 (3)

--

問 5

a		b		c	
d		e			

科目	生物	
----	----	--

受験番号				

採点

解答用紙

(5枚中の 第5枚)

5

問 1

a		b		c	
---	--	---	--	---	--

問 2

--

問 3

d		e		f	
---	--	---	--	---	--

問 4

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

問 5

	→		→		→		→		→		→	
--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

問 6

--

問 7

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

問 8

	ドメイン
--	------

見本

下書用紙

見本

下書用紙

見本

下書用紙