

◇ 生 物

生 4－1～生 4－15 まで 15 ページあります。

第1問 生物の特徴に関する次の文章を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～

地球上にはさまざまな環境があり (a)多種多様な生物が生活している。生物の形質が、世代を重ねて受け継がれていく過程で変化していくことを という。生物が共通性を持ちながらも多様なのは、 の過程で共通の祖先にはない形質をもつさまざまな生物が現れ、さまざまな環境に生活の場を広げていったためである。

生物は、細胞からできている。細胞は、内部に核を持たない (c)原核細胞と、核をもつ真核細胞とに大きく分けることができる。大腸菌などの細菌類の細胞は原核細胞、(d)動物や植物の細胞は真核細胞である。細胞が行う様々な (e)生命活動にはエネルギーの消費が伴う。

問1 下線部(a)に関連して、次のア～オのうち、全ての生物に共通する現象や構造の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

ア 遺伝 イ 細胞分裂 ウ 光合成 エ 代謝 オ 細胞膜

- ① ア, イ, ウ ② ア, ウ, エ ③ イ, ウ, オ
④ イ, エ, オ ⑤ ア, イ, ウ, エ ⑥ ア, イ, エ, オ

問2 に当てはまる語として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 進化 ② 遺伝 ③ 伝播 ④ 遷移 ⑤ 系統

問3 下線部(c)に関連して、原核細胞の構造の特徴を述べた次の記述のうち誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① DNAをもたず、RNAを遺伝物質としてもつ。
② 染色体を取り囲む膜がない。
③ ミトコンドリアは存在しない。
④ 多くの場合、真核生物の細胞より小さい。

問 4 (d)に関連して、動物細胞と植物細胞の特徴を述べた次の記述のうち最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4

- ① 動物細胞には、ゴルジ体は存在しない。
- ② 植物細胞には、細胞膜の外側に細胞壁がある。
- ③ 動物細胞の細胞膜は、植物細胞の細胞膜の半分の厚さしかない。
- ④ 植物細胞には、ミトコンドリアは存在しない。

問 5 (e)について述べた次の記述のうち最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 5

- ① 植物細胞では、光のエネルギーを利用して二酸化炭素と有機物から水と酸素が作り出される。
- ② 細胞内で合成された ATP は、ADP とリン酸に分解されてエネルギーが放出されるが、できた ADP は通常は再利用される。
- ③ 葉緑体をもたない生物は、エネルギーを蓄えている ATP を体外から取り込む必要がある。
- ④ 動物細胞では、有機物が二酸化炭素と反応して水を生じるときにエネルギーが取り出される。

第2問 腎臓のはたらきに関する次の文章を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 6 ～ 10]

ヒトの腎臓は、腹部の背中側に左右一対ある臓器である。腎臓1つ当たり約100万個のネフロンが存在し、血液成分のろ過と再吸収を行うことで尿を生成し、老廃物を体外に排泄(はいせつ)している。表1は、ヒトの血しょう、原尿、尿に含まれている各成分の濃度と濃縮率を示している。

また、腎臓は尿量を変化させることで血しょう中の塩分濃度を調節する。血しょう中の塩分濃度が上昇すると、アからのバソプレシン分泌が促進し、腎臓の集合管における水の再吸収がイ。その結果、血しょう中の塩分濃度が低下する。

表1 血しょう、原尿、尿の各種成分の濃度と濃縮率

成分	血しょう (g/L)	原尿 (g/L)	尿 (g/L)	濃縮率 (倍)
タンパク質	80	ウ	0	
グルコース	1.0	エ	0	
尿素	0.3	0.3	20	67
Na ⁺	3.2	3.2	3.5	1.1

問1 腎臓に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

6

- ① 腎小体は、腎臓の髄質に存在している。
- ② 腎静脈からの血液が糸球体でろ過される。
- ③ 細尿管(腎細管)は、ネフロン(腎単位)に含まれる。
- ④ 血圧が低下すると、糸球体における血液のろ過量が増加する。

問 2 ・に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，後の
選択肢から一つ選べ。

	ア	イ
①	副腎皮質	促進される
②	副腎皮質	抑制される
③	脳下垂体前葉	促進される
④	脳下垂体前葉	抑制される
⑤	脳下垂体後葉	促進される
⑥	脳下垂体後葉	抑制される

問 3 表 1 の ・に当てはまる数値の組合せとして最も適当なもの
を，後の選択肢から一つ選べ。

	ウ	エ
①	0	0
②	0	1.0
③	8.0	0
④	8.0	1.0
⑤	80	0
⑥	80	1.0

問 4 Na^+ の濃縮率が約 1 である理由として最も適当なものを，後の選択肢から
一つ選べ。

- ① ろ過されないから
- ② ろ過されたのちに，再吸収されないから
- ③ ろ過されたのちに，すべて再吸収されるから
- ④ ろ過されたのちの再吸収率が水と同程度であるから

問 5 イヌリンはろ過されたのちに全く再吸収されない物質である。イヌリンをヒトに注射して一定時間後のイヌリンの血しょう中濃度および尿中濃度を測定した。その結果、尿中のイヌリン濃度は、血しょう中の 120 倍であった。1 日当たりの尿量の再吸収量 [g] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、1 日の尿量は 1.4 L とする。 10 g

- ① 0.42 ② 4.2 ③ 22 ④ 28 ⑤ 50

問題は次のページに続く。

第3問 生物の多様性と生態系に関する次の文章を読み、後の問い（問1～3）に答えよ。〔解答番号 11 ～ 15〕

同じ地域に生息する生物の間に食うもの（捕食者）と食われるもの（被食者）の関係があり、捕食者がさらに別の生物の被食者となっていると、捕食者と被食者の関係が直線的につながる。このつながりをアという。自然界では、一種の捕食者が複数の被食者を食うことも多く、捕食者と被食者の関係が複雑に組み合わさったイが構成されている。

アメリカ、ロングアイランドの湾では、セグロカモメ、ハマグリ、およびプランクトンからなるアが見られる。このアでは、物質Xの生物濃縮が起きている。これらの生物について、体内の物質Xの濃度を調べたところ、表1の結果が得られた。

イを構成する生物種の個体数や生物量は変動しながらもある一定の範囲におさまっていることが多い。これをウが保たれていると表現する。イに含まれる種数が多くなるほど、ウは保たれやすいと考えられている。

表1 各生物体内の物質Xの濃度

	エ	オ	カ
物質Xの濃度*	0.04	0.42	8.35

*生物重量1gあたりの物質重量（ $\times 10^{-6}$ g/g）

問1 空欄ア～ウに当てはまる語句として最も適当なものを、後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

ア 11 イ 12 ウ 13

- | | | |
|---------|------------|--------|
| ① 食物連鎖 | ② 生態ピラミッド | ③ 食物網 |
| ④ 生物多様性 | ⑤ 生態系のバランス | ⑥ 物質循環 |
| ⑦ 階層構造 | ⑧ 遷移 | ⑨ 栄養段階 |

問 2 表 1 の エ ～ カ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、
後の選択肢から一つ選べ。 14

	エ	オ	カ
①	セグロカモメ	ハマグリ	プランクトン
②	セグロカモメ	プランクトン	ハマグリ
③	ハマグリ	セグロカモメ	プランクトン
④	ハマグリ	プランクトン	セグロカモメ
⑤	プランクトン	セグロカモメ	ハマグリ
⑥	プランクトン	ハマグリ	セグロカモメ

問 3 表 1 の調査時のロングアイランドの湾の海水中の物質 X の濃度が、
 5.0×10^{-11} g/g だったとすると、物質 X は ア を通じて最高次の捕食者に
何倍に濃縮されたと考えられるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ
選べ。 15 倍

- ① 167
- ② 1,670
- ③ 16,700
- ④ 167,000
- ⑤ 1,670,000

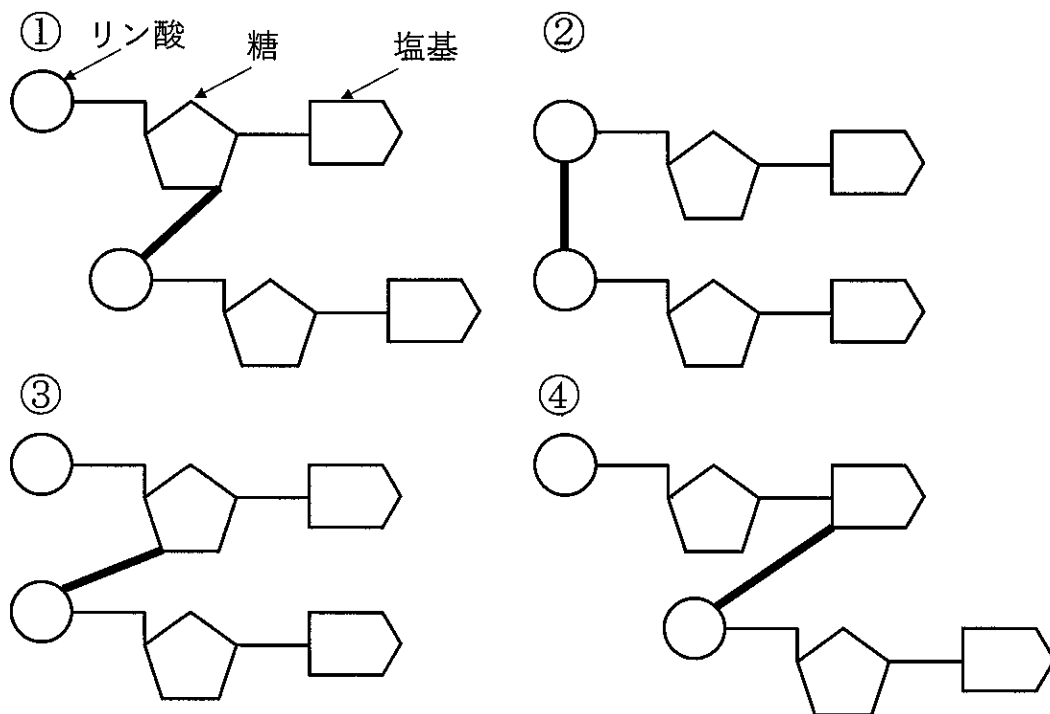
第4問 生命現象と物質に関する次の文章を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 16 ～ 20]

DNAは、リン酸・デオキシリボース・塩基からなる(a)ヌクレオチドが多数つながってできている。(b)DNAを構成する塩基は4種類あり、ヌクレオチドも塩基によって4種類に分けられる。DNAのもつ遺伝情報は(c)塩基配列によって表されるため、DNAの塩基配列を決定する方法が求められる。

たとえば、サンガー法(ジデオキシ法)とよばれる方法では、塩基配列を調べたい目的の1本鎖DNA、無標識のヌクレオチド、標識された特殊なヌクレオチド、(d)プライマー、DNAポリメラーゼの5つを用いる。DNAポリメラーゼにより目的の1本鎖DNAを鋳型として複製が進行するが、標識された特殊なヌクレオチドが結合すると、DNA鎖の合成はそこで止まる。そのため、目的の1本鎖DNAに対して合成されるDNA断片の大きさはさまざまとなる。また、DNA断片の末端には、標識された特殊なヌクレオチドが結合している。これをDNA断片の大きさ順に電気泳動法で並べ替える。(e)末端にある特殊なヌクレオチドの塩基を調べると、目的のDNAの塩基配列を知ることができる。

問1 下線部(a)に関連して、ヌクレオチドどうしの結合(太線部分)を示した図として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 16



問 2 下線部 (b) の塩基の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 17

- ① アデニン・シトシン・ウラシル・グアニン
- ② シトシン・ウラシル・グアニン・チミン
- ③ ウラシル・グアニン・チミン・アデニン
- ④ グアニン・チミン・シトシン・アデニン

問 3 下線部 (c) に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 18

- ① コドンは、それぞれすべて異なるアミノ酸を指定する。
- ② コドンは必ず 3 つの異なる種類の塩基によって構成されている。
- ③ コドンには、アミノ酸を指定しないものがある。
- ④ 原核生物と真核生物では、同じコドンでも異なるアミノ酸を指定する。

問 4 下線部 (d) に関連して、プライマーの機能に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 19

- ① DNA の合成開始に必要である。
- ② 特定の遺伝子を別の細胞に導入し、増幅させる。
- ③ 特定の遺伝子の発現を促し、タンパク質を生産させる。
- ④ 目的の遺伝子が組み込まれたかどうかの目印となる。

問 5 下線部 (e) は、DNA のもつある性質のためである。その性質として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 20

- ① ヌクレオチド鎖には方向性があること。
- ② 塩基が相補性をもつこと。
- ③ 塩基の比が遺伝子により異なること。
- ④ ヒストンなどと結合して折りたたまれ、クロマチン繊維の構造をとること。

第5問 生殖と発生に関する次の文章を読み、後の問い（問1～4）に答えよ。

〔解答番号 21 ～ 25 〕

ショウジョウバエの発生過程は、調節遺伝子が段階的にはたらくことで進められることが明らかとなった。

まず、(a)受精した直後からの初期発生では、未受精卵の中に含まれる情報をもとに前後軸が決まる。その後、(b)少しずつ体節構造がつけられていき、最終的に成虫の各器官が正しい位置関係でつくられる。

図1は、未受精卵および受精卵の内部に含まれる、前後軸形成に関わる物質⑦～⑩の分布状況を示すグラフである。

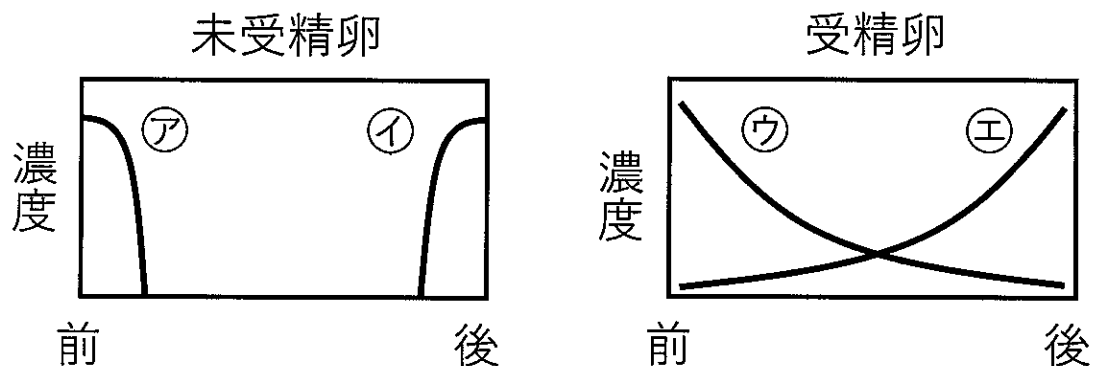


図1 前後軸形成に関わる物質の分布状況を示すグラフ

問1 下線部(a)について、ショウジョウバエの初期発生に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 21

- ① はじめは核分裂だけが進行し、表層部の核の周囲に細胞膜が形成されて細胞の層ができ、中央部には卵黄を含む多核の細胞が1個残る。
- ② 第三卵割までは等割が起こり、大きさの等しい割球を生じる。
- ③ 第二卵割までは等割が起こり、第三卵割は赤道面よりやや動物極側で起こる不等割となる。
- ④ 動物極の胚盤の部分だけで卵割が進む。

問 2 図 1 において、㊦および㊧は何を示しているか。その組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 22

	㊦	㊧
①	ナノス mRNA	ビコイドタンパク質
②	ビコイド mRNA	ナノスタンパク質
③	ナノスタンパク質	ビコイド mRNA
④	ビコイドタンパク質	ナノス mRNA

問 3 下線部 (b) について、ショウジョウバエの器官形成の説明文として適当なものを、後の選択肢から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

23 ・ 24

- ① 器官形成に関わる遺伝子群は、からだの前方で発現するものから後方で発現するものが順に並んでいる。
- ② 体節が形成された後、各体節において異なる器官形成が進められるが、その際体節ごとに使用する遺伝子の再構成を行う。
- ③ 器官形成には複数の調節遺伝子からなる遺伝子群が関わり、ヒトやマウスでもショウジョウバエと同様のはたらきをもつ遺伝子群が存在する。
- ④ ショウジョウバエの器官形成に関わる遺伝子群の突然変異体に、頭部にはねが形成されるウルトラバイソラックスがある。
- ⑤ ショウジョウバエの器官形成に関わる遺伝子群の突然変異体に、肢が 8 対になるアンテナペディアがある。

問 4 下線部 (b) に関連して、前後軸がつくられた後の体節構造の形成にかかわる調節遺伝子として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 25

- ① プロモーター遺伝子
- ② リプレッサー遺伝子
- ③ ホメオティック遺伝子
- ④ オーガナイザー遺伝子

第 6 問 生物の環境応答に関する次の文章を読み、後の問い(問 1～4)に答えよ。

[解答番号 26 ～ 30]

エチレンは、植物から気体として放出され、果実の成熟や落葉、葉柄の下側（地面側）より上側（空側）が速く成長するという上偏（じょうへん）成長という現象を促進する (a) 植物ホルモン であり、被子植物ではほとんどすべての組織で合成されている。エチレンの合成経路を調べるため、次の実験 1～3 を行った。

実験 1 ある被子植物の植物体から組織の一部を切り出し、エチレン合成経路に取り込まれる物質 A を炭素の放射性同位体で標識したものを与え、酸素を除いた容器内にしばらく放置した。すると、その植物体の組織には標識された物質 B の蓄積が検出されたが、標識されたエチレンは発生しなかった。

実験 2 実験 1 で用いた植物体の組織に酸素を与えたところ、標識されたエチレンが顕著に生成した。

実験 3 通常的环境に置かれた植物体の組織に物質 B を与えたところ、エチレン生成が顕著に増加した。

問 1 下線部 (a) に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

26

- ① アブシシン酸は、気孔の開閉の調節にかかわる植物ホルモンである。
- ② 未成熟のバナナをジベレリンとともに密閉した容器に入れると、バナナはジベレリンがない場合より早く成熟する。
- ③ 植物体の茎頂部を除去したのち、切断面にサイトカイニンを与えると、側芽は成長しない。
- ④ 植物体に与えるオーキシン濃度が高いほど、茎の成長は促進される。

問 2 実験 1～3 より推定されるエチレンの合成経路に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 27

- ① 物質 A から物質 B が生成するには、酸素が必要である。
- ② 物質 B は、エチレンの合成経路に含まれない。
- ③ 物質 B からエチレンが生成するには、酸素が必要である。
- ④ 物質 A から物質 B は、合成されない。

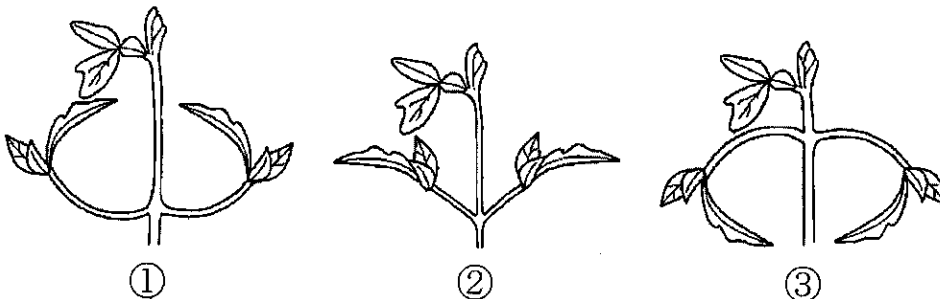
問 3 実験 1～3 の結果を踏まえて、次の文章中の ア・イ に当てはまるものとして最も適当なものを、それぞれの選択肢から一つずつ選べ。

トマトの根元を冠水させると、土壌中の空隙（くうげき）は水で満たされ、非冠水時と比べ酸素濃度が大幅に低下する。その結果、酸素欠乏となった根ではエチレンの合成経路が阻害され、ア が蓄積する。根に蓄積した ア は地上部へと移動し、地上部の組織でのエチレンの合成経路に入ることによって、植物体についた葉は、下の図の イ のように成長する。ただし、非冠水時のトマトの地上部は下の図の②のように成長する。

ア の選択肢 — 28

- ① エチレン ② 物質 A ③ 物質 B ④ フロリゲン

イ の選択肢 — 29



図

問 4 下線部 (a) に関連して、種子の発芽に関する次の文章中の ウ ～ オ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

30

アブシシン酸は種子の発芽を抑制するのに対し、ジベレリンは種子の発芽を促進する。例えば、オオムギ種子は吸水すると、ウ でジベレリンを合成する。生じたジベレリンは エ にはたらきかけてアミラーゼの合成を誘導する。このアミラーゼによって オ に貯蔵されているデンプンが糖に分解され、ウ に供給されることで発芽が促進される。

	ウ	エ	オ
①	胚	胚乳	糊粉層
②	胚	糊粉層	胚乳
③	胚乳	胚	糊粉層
④	胚乳	糊粉層	胚
⑤	糊粉層	胚	胚乳
⑥	糊粉層	胚乳	胚