

国際環境工学部 生物

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 時間は9時30分から11時00分までの90分、配点は300点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に11ページあり、解答用紙は3枚あります。
4. 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等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)、氏名記入欄(各解答用紙1箇所)があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

第1問 (生物, 配点 100 点)

次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

地球上では、確認されているものだけで数百万種ともいわれる多種多様な生物が生活している。生物の種を正式に表すには学名を用いる。生物種の命名方法は国際規約により定められており、現在はリンネが確立した ① 二名法が種の学名として採用されている。生物には多様性が見られる一方で共通性も見られる。例えば、全ての生物は細胞膜で包まれ、細胞内部に DNA をもつという共通した特徴をもっている。細胞膜は の二重層に、膜タンパク質がモザイク状に分布しており、特定の物質を選択的に透過させる性質をもっている。② 細胞膜を容易に通過できないような大きな分子などは、エンドサイトーシスやエキソサイトーシスによって輸送しているものもある。真核生物では DNA は通常、 とよばれるタンパク質などとともに を形成して核内に分散している。ヌクレオソームは を構成する基本構造である。この他にも ③ 真核細胞の内部には様々な構造体が見られる。一方で原核生物は核をもたないことから、DNA は という領域に偏在している。

全ての生物はエネルギーを利用して、様々な生命活動を行うことも共通点の1つである。④ 呼吸は、有機物が分解される過程で ATP を合成する反応である。生物は、ATP が ADP と に分解される際に放出されるエネルギーを使って、様々な生命活動を行っている。

生物が上記のような共通性をもちながら多様なのは、進化の過程で様々な生物が現れ、様々な環境に生活の場を広げていったためである。進化の過程で最初に陸上に進出したものが植物である。古生代の 紀には藻類が大いに栄え、多種多様な無脊椎動物が爆発的に出現した。繁栄した藻類によって、当時の地球上に多量の酸素が放出され、結果として大気中に酸素が蓄積し、酸素濃度が高まったことで、 層が成層圏に形成された。 層は太陽からの有害な紫外線をさえぎることから、陸上で植物が生活できる環境となった。オルドビス紀には原始的なコケ植物が出現していたと考えられているが、化石が確認されている最古の陸上植物はシルル紀後期の地層から発見された である。このような陸上植物が乾燥した陸上の環境に適応するうちに、水

分や養分を効率よく輸送することのできる ケ を備え、やがて根・茎・葉の区別のあるシダ植物へと進化したと考えられている。温暖で湿潤な コ 紀になると、高さが数十 m にもなる木生シダ植物が森林を形成した。しかしペルム紀初期にかけて、地球の寒冷化と乾燥化が起こり、シダ植物に代わって胚珠がむき出しになった サ 植物が繁栄し、その後に胚珠がめしべの シ の中に包まれた ⑤ 被子植物も現れて、白亜紀の間に多様化して森林を形成するようになった。

- (1) 文章中の空欄に最も適する語句を入れよ。
- (2) 下線部 ① の二名法は生物種の学名をどのように記載する方法なのか答えよ。
- (3) 下線部 ② のエンドサイトーシスとエキソサイトーシスについて、「小胞」という語句を使用して、それぞれ簡単に説明せよ。
- (4) 下線部 ③ に関連する以下の説明文を読んで、最も適切な細胞構造体をそれぞれ答えよ。
 - (a) 細胞内での呼吸の場であり、細胞の活動に必要なエネルギーの多くはここで供給される。多量なエネルギーが必要な筋細胞などで多く見られる。
 - (b) 細胞分裂時に紡錘糸（微小管）の形成に関与する。鉄ヘマトキシリン染色液で黒色に染まる。
 - (c) 凸レンズ型をした細胞小器官でクロロフィル色素を含み、光エネルギーを吸収して光合成を行っている。
 - (d) 一重の生体膜に囲まれた袋状の構造が層状に重なった形をしており、周囲に球状の小胞をもつ。活発に分泌活動を行う動物細胞で特に発達する。
 - (e) 直径 25 nm 程度の微細な粒状の構造体で、細胞内でのタンパク質合成の場となっている。
 - (f) 成熟した植物細胞で特に発達しており、代謝物や不要物の貯蔵や浸透圧の調整などの役割を担っている。

- (5) 下線部 ④ の呼吸によって 60 g のグルコースが完全に分解されたとき、生じる二酸化炭素の重さは何 g になるか答えよ。グルコース、酸素、二酸化炭素の分子量はそれぞれ 180, 32, 44 とする。なお、解答用紙には解答に至る道筋を示す必要はない。
- (6) 呼吸基質としてタンパク質が利用されると、炭水化物や脂肪の場合には見られない毒性の強い物質が生じる。その物質名を答えよ。また、ヒトではその物質が生じたとき、どのような流れにより、毒性の弱い物質に変えられて体外に排出されているか、120 字以内で説明せよ。
- (7) 下線部 ⑤ について、現在の被子植物の体細胞の核相を $2n$ としたとき、次の細胞の核相について n を用いて答えよ。
- (a) 胚のう母細胞
 - (b) 胚乳細胞
 - (c) 雄原細胞
 - (d) 卵細胞
 - (e) 助細胞

第2問（生物，配点100点）

問1 次の文章を読んで，以下の問いに答えよ。

生体内では酵素のはたらきによって，さまざまな化学反応が効率的に進行している。酵素はタンパク質からなり，酵素と反応する物質を基質，反応した後の物質を生成物という。

① 酵素の反応速度に影響を与える因子としては，基質濃度，温度，pHなどがある。

また酵素反応は，基質と似た構造をもつ物質により阻害されることがある。これはこの物質が酵素の に結合すると，基質が に結合できなくなるためである。このような物質による酵素反応の阻害を という。一方，酵素反応を阻害する物質が， とは異なる場所に結合し，阻害作用を引き起こすことがある。これを という。 の例として， 酵素の阻害がある。この酵素は，分子の一部に 部位と呼ばれる部位をもつ。

細胞内では，複数の化学反応がはたらいて最終生成物がつくられることが多い。代謝の反応では，② フィードバック調節とよばれる機構が働き，最終生成物の生産量が調整される。

(1) 文章中の空欄に最も適する語句を入れよ。

(2) 下線部 ① の例として、酵素 E と基質 S を試験管中で様々な温度もしくは pH で反応させて、その時の反応速度を測定した (図 2.1)。次に、同じ酵素 E と基質 S を 37°C、pH 7 で反応させた場合の反応時間に対する生成物を測定した (図 2.2)。図 2.2 に関する説明として正しいものを下の (a) ~ (e) より 2 つ選び、記号で答えよ。

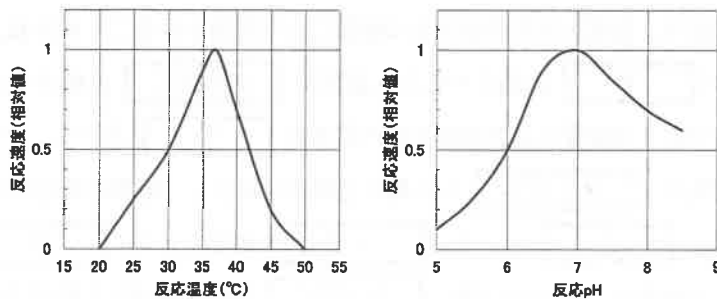


図 2.1

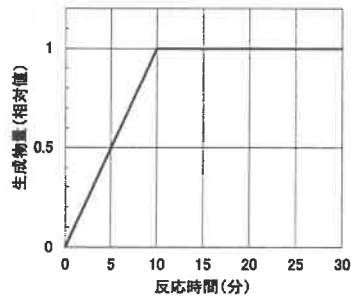


図 2.2

- (a) 反応時間 5 分までは、反応速度が増加している。
- (b) 反応時間 5 分までは、生成物量と消費された酵素量が等しい。
- (c) 反応時間 5 分までは、酵素-基質複合体の量は一定である。
- (d) 反応時間 10 分以降、生成物量が一定になるのは酵素が失活したためである。
- (e) 反応時間 10 分以降、生成物量に変化が見られなくなったのは基質がなくなったからである。

- (3) 図 2.1 の結果をもとに、図 2.2 の実験を以下の (A), (B) の 2 つの条件に変更して行った。反応時間と生成物量の関係をそれぞれグラフに図示せよ。
- (A) 温度を 30 °C に変更した場合
 - (B) pH を 6 の条件で基質濃度を半分にした場合
- (4) 下線部 ② に関して、例えば、物質 A に酵素 a がはたらいて物質 B がつくられ、物質 B に酵素 b がはたらいて最終生成物 C がつくられるとする。このとき、どのようなフィードバック調節がはたらくか、60 字以内で具体的に説明せよ。

問2 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

病原体から体を守るため、さまざまな情報伝達により各種の免疫応答が進行する。免疫細胞などが合成・分泌し、受容体と結合することにより、細胞の機能の発現、増殖、分化、細胞死などさまざまな免疫応答に情報伝達物質として作用するタンパク質がある。これらを総称して という。また自然免疫の応答に関係する細胞には、病原体の成分と結合する受容体のセットが存在している。それぞれの受容体は病原体に広く共通する分子構造の型（パターン）を認識するため、パターン認識受容体という。代表的なものに がある。ヒトの は細胞膜表面や細胞内の小胞に10種類あり、そのほかにも多くのパターン認識受容体が細胞膜表面や細胞質基質などにある。

組織に留まる免疫細胞の一種であるマスト細胞や がパターン認識受容体によって病原体を認識すると、炎症を引き起こす を分泌する。また血管内を循環する好中球や単球が、受容体で移動を促進する を受容すると、透過性の高まった血管から組織に出る。組織に出た単球は各種の により食作用の強い となる。好中球や は、病原体を次々に食食する。また組織に常在する樹状細胞は、 により病原体を認識すると活性化してリンパ管に入り、近くのリンパ節に移動して① 適応免疫（獲得免疫） を始動する。

B細胞やT細胞の抗原受容体で認識されるものを抗原という。B細胞の抗原受容体は、B細胞受容体（BCR）と呼ばれる。また、T細胞の抗原受容体はT細胞受容体（TCR）と呼ばれる。

- (1) 文章中の空欄に最も適する語句を入れよ。
- (2) 下線部 ① について、適応免疫の説明として誤っているものを下の (a) ～ (d) より 1 つ選び、記号で答えよ。
- (a) B 細胞から生じた抗体産生細胞は抗体を放出する。
 - (b) 活性化したキラー T 細胞は感染細胞やがん細胞を直接攻撃し、細胞死を誘導する。
 - (c) 皮膚移植の拒絶反応は主に体液性免疫が、花粉の侵入時のアレルギー反応は主に細胞性免疫が関わる。
 - (d) 予防接種は二次応答の原理を用いた医療法である。
- (3) B 細胞は抗原認識分子を産生する。これは、B 細胞の細胞膜に存在するもの (BCR) と B 細胞から分泌されるもの (抗体) がある。この抗原認識分子は何とよばれるか答えよ。
- (4) 病原体を認識して活性化した樹状細胞は、未活性な T 細胞にどのようにして情報を伝達し、キラー T 細胞やヘルパー T 細胞へ分化・増殖させるか。100 字以内で説明せよ。

第3問 (生物, 配点 100 点)

問1 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

ヒトのような脊椎動物では、環境の変化を刺激として受け取る受容器（感覚器）からの情報を適切に処理し、適切な指令として効果器に伝える神経系が発達している。神経系で興奮を伝える細胞は、神経細胞（ニューロン）とよばれ、1つの神経細胞内では興奮は電氣的に伝えられる。① 神経細胞が静止状態にある場合には、細胞膜の内部の電位は、細胞膜の外部を基準として負になっているが、細胞が興奮状態になると、この膜電位が瞬間的に逆転する。このような膜電位の急速な変化を 電位とよび、興奮は隣接する静止部分を順次刺激して 電位を発生させ、神経細胞内を伝わっていく。これを、興奮の という。神経細胞の末端（神経終末）は、他の神経細胞や筋細胞などと で隣接する。そこでは、化学物質を介して興奮が接合する細胞へと伝えられる。これを興奮の という。

人体の内部環境はほぼ一定に保たれており、そこでは神経系が重要な機能を担っている。浸透圧、体温、血糖値などの内部環境の変化は、間脳の視床下部で敏感に感知され、ここで感知された信号の一部は 神経系を介して体内の各器官に伝えられて、体内環境を一定に保つようにはたらく。神経系による調節とともに、 による体内環境の調節も重要で、 神経系と はお互い連携しながら調節を行っている。例えば、② 糖質を多量に摂取すると血糖濃度が一時的に上昇するが、このとき血糖濃度を下げるはたらきをする であるインスリンが、すい臓のランゲルハンス島のB細胞から分泌される。

- (1) 文章中の空欄に最も適する語句を入れよ。
- (2) 下線部 ① において、静止状態の膜電位がなぜ負を示すのか、ナトリウムチャネルおよびカリウムチャネルの状態とあわせて説明せよ。
- (3) 刺激がある強さ以上になると、初めて 電位が生じる。しかし、それ以上刺激を強くしても反応の大きさは変わらない。このような性質を何と呼ぶか答えよ。
- (4) 下線部 ② とは逆に、血糖濃度が低下すると、体内環境を維持するために、すい臓ではランゲルハンス島のA細胞がグルカゴンを分泌し、グリコーゲンの分解を促進させる。また、副腎でも同様に血糖濃度を上昇させるための調節機構がはたらく。副腎による調節機構とはどのようなものか、以下の用語をすべて用いて140字以内で説明せよ。

用語： 副腎髄質 アドレナリン グリコーゲン 糖質コルチコイド

問2 表 3.1 は、健康なヒトの血しょうと尿について、成分と濃度を調べた結果の一例である。これについて、以下の問いに答えよ。

表 3.1

成分	血しょう (重量%)	尿 (重量%)
ナトリウムイオン	0.3	0.35
カルシウムイオン	0.008	0.015
クレアチニン	0.001	0.075
尿素	0.03	2.1
尿酸	0.004	0.05
グルコース	0.1	0
タンパク質	7.0 ~ 8.0	0

- (1) タンパク質は、血しょう中には含まれるが、尿中の重量%濃度は0である。この理由を、60字以内で説明せよ。
- (2) 尿素の濃縮率はいくらか、答えよ。
- (3) 糖尿病患者では、健康な人とは異なりグルコースが尿中に検出されることがある。この理由を100字以内で説明せよ。
- (4) 表 3.1 に示すクレアチニンが細尿管でまったく再吸収されないと仮定し、成人の1日の尿量を1.5Lとした場合、原尿(糸球体からボーマンのうへとろ過された血しょう)は1日あたり何L生成されたことになるか、小数点以下を四捨五入して答えよ。計算過程も示せ。

2022（令和4）年度 個別学力検査（一般選抜・後期日程）

国際環境工学部 環境生命工学科

問題訂正

科目名：【 生物 】

訂正内容

第1問

1ページ 9行目

(誤) ・・・エキソサイトーシスによって輸送しているものもある。



(正) ・・・エキソサイトーシスによって輸送されているものもある。

第2問 問1

(1) 5ページ 選択肢

(誤) (a) 反応時間5分までは、反応速度が増加している。

(b) 反応時間5分までは、生成物量と消費された酵素量が等しい。

(c) 反応時間5分までは、酵素-基質複合体の量は一定である。



(正) (a) 反応時間が10分に到達するまでは、反応速度が増加している。

(b) 反応時間が10分に到達するまでは、生成物量と消費された酵素量が等しい。

(c) 反応時間が10分に到達するまでは、酵素-基質複合体の量は一定である。

(2) 6ページ 2行目

(誤) 反応時間と生成物量の関係をそれぞれグラフに図示せよ。



(正) 反応時間と生成物量の関係をそれぞれグラフに図示せよ。ただし、図2.2における30分後の生成物量を1とする。