



2024年度

公立千歳科学技術大学 理工学部

一般選抜 前期日程 問題

生物基礎・生物

生物基礎・生物

1. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

17世紀中頃、コルク切片を顕微鏡で観察していた（ア）は、それがハチの巣状に密集した多くの小部屋から構成されていることを発見し、これら①小部屋を cell（細胞）と名付けた。その後19世紀以降になってから、動物も植物もすべての生物は細胞を基にして形づくられていることが明らかとなり、生命活動を担う基本単位は細胞であるという現代の生物学の基礎が確立された。

すべての細胞に共通して存在するのは②細胞膜と③細胞質基質である。一方、細胞は、核の有無により（イ）細胞と（ウ）細胞の2つに大別できる。④動物や植物は多くの（イ）細胞が集まって1つの個体を形成する多細胞生物であり、（イ）細胞の形やはたらきは多岐にわたっている。その中でもまず、⑤同じ種類の細胞が互いに接着して組織を形成し、そしてさまざまな役割をもった組織が集まって器官を形成し、最終的に⑥特定のはたらきをもつ器官が集まって個体が出来上がる。それに対して、細菌や古細菌は1つの（ウ）細胞からなる単細胞生物であり、そこですべての生命活動が営まれている。（イ）細胞内に存在する細胞小器官のミトコンドリアや葉緑体は独自の（エ）をもつことから、元々それらは（ウ）細胞からなる単細胞生物だったと考えられている。

20世紀に入って開発された電子顕微鏡は、より微細な細胞小器官の観測を可能にし、タンパク質の合成場所である（オ）やタンパク質の輸送に関わる小胞体、酵素を含み不要な物質の分解に関わる（カ）などの構造が明らかとなった。21世紀の現在では、レーザー光を用いた蛍光顕微鏡が開発されたことで、電子顕微鏡では不可能だった“生きている細胞”を対象にして、高解像度で⑦細胞小器官の動きや変化の様子を観測することも可能である。

問1 文中の（ア）～（カ）に適切な語句を入れなさい。

問2 下線部①にある（ア）が実際に観察した細胞の様子について説明しなさい。

問3 下線部②の細胞膜はリン脂質とタンパク質で構成されている。細胞膜に関する以下の記述で正しいのはどれか、a～eから一つ選びなさい。

- リン脂質は親水性部分を内側に疎水性部分を外側に向けて二層に並んで細胞膜を形成する。
- リン脂質の領域は流動性がある一方、タンパク質はモザイク状に配置され固定化されている。
- 水や酸素のような小さい分子でも、細胞膜を透過するためにはタンパク質の助けが必要である。
- イオンのような電荷をもった物質の輸送には必ずATPのエネルギーが必要とされる。
- 物質を細胞内外での濃度勾配に逆らって輸送することを能動輸送という。

問4 下線部③の細胞質基質には細胞骨格である3種類の繊維状のタンパク質が存在する。その中の一つであるアクチンフィラメントに関する以下の記述で正しいのはどれか、a～eから一つ選びなさい。

- a. 3本のポリペプチド鎖がらせんを巻いた構造をしている。
- b. 細胞骨格の3種類の繊維状のタンパク質の中でもっとも直径が太い。
- c. アメーバ運動や細胞分裂時のくびれこみといった細胞運動を担っている。
- d. 筋肉の細胞ではモータータンパク質として機能し、筋収縮に関与している。
- e. 鞭毛や繊毛の中にも存在し、その動きを担っている。

問5 下線部④の動物や植物と同じ（イ）細胞からなる生物にも単細胞生物は存在する。以下の中で、（イ）細胞からなる単細胞生物に当てはまらない生物はどれか、a～eから二つ選びなさい。

- a. ミドリムシ b. 酵母菌 c. シアノバクテリア
- d. アメーバ e. 乳酸菌

問6 下線部⑤に関連して、細胞接着には細胞どうしの接着や、細胞と細胞外基質の接着に関わるタンパク質が存在する。そのようなタンパク質の代表例を二つあげなさい。

問7 下線部⑥に関連して、ヒトではそれぞれの器官の間で神経やホルモンを介して情報伝達を行うことで、器官のはたらきを適切に調節するしくみが整っている。肝臓とすい臓の間で行われるホルモンを介した情報伝達は、何のために行われるのか、ホルモンの名称を含めながら、調節のしくみについて説明しなさい。

問8 下線部⑦の細胞小器官の動きは、古くから光学顕微鏡を用いたオオカナダモの細胞の観察でも確認されており、生きている細胞内で葉緑体が移動する現象は原形質流動として知られている。光学顕微鏡を用いたオオカナダモの原形質流動の観察に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) ミクロメーターを使用して細胞の長さを測定したところ、接眼ミクロメーターの15目盛り分の長さであった。細胞の長さは何 μm か、答えなさい。ただし、1目盛りが0.01 mmである対物ミクロメーターの20目盛りが接眼ミクロメーターの12目盛りと一致していた。
- (2) しばらく観察していると、葉緑体は10秒間に接眼ミクロメーターの6目盛り分移動した。葉緑体は1分間あたり何 mm 移動すると考えられるか、答えなさい。

生物基礎・生物

2. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

植物は光のエネルギーを使って①光合成を行い、環境中の無機化合物を糖質に変換する。光合成の出現は生命の進化の上で非常に重要な出来事であった。これにより外部のエネルギー源、すなわち、太陽のエネルギーを生命世界に取り込めるからである。②太陽のエネルギーを用いて糖質を合成し自分自身をかたちづくる植物は生物圏の生産基盤といえる。③生物圏におけるほとんどの生物は代謝の原材料を植物に依存する。④植物自身も産生した糖質を用いて能動輸送や同化作用等に必要な代謝を行う。

問1 下線部①に関して、図1のように光合成は大まかに4つの反応系から成ると考えることができる。以下の問いに答えなさい。

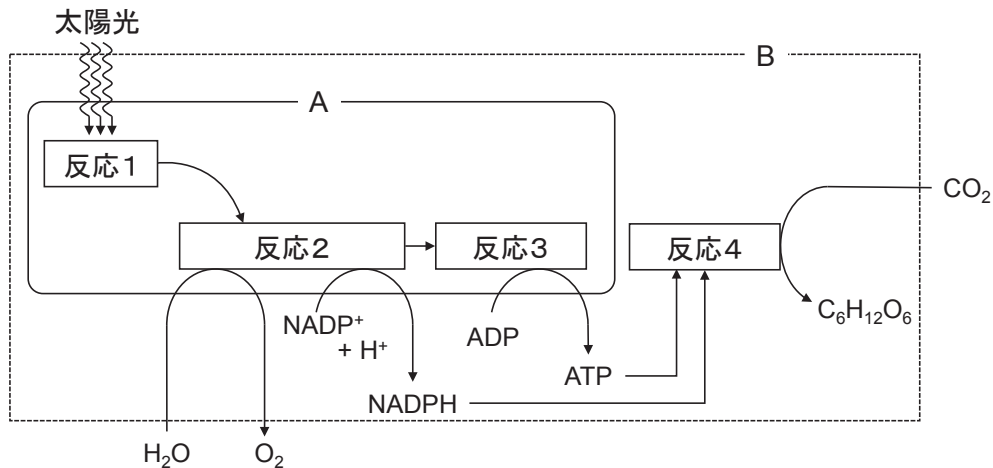


図1. 光合成の反応系を示した概念図

- (1) 反応1は光合成色素が光エネルギーを吸収して生じる。この光合成色素のなかで反応の中心となる色素の名称を答えなさい。
- (2) 反応1～3は葉緑体のAの部分で行われるが、反応4はBの部分で行われる。このAとBの名称を答えなさい。
- (3) (2)におけるAとBは図2のどの部分に相当するか、図中の記号i～ivのうちからそれぞれ選びなさい。
- (4) 反応4では反応2で合成されたNADPHと反応3で合成されたATPを材料に、CO₂を固定して糖質等の有機物の合成を行う。反応4の主要な反応プロセスはその発見者にちなんで名づけられた。その名称を答えなさい。
- (5) 深海の熱水噴出孔付近に生息する、光合成細菌の一種である緑色硫黄細菌は酸素を放出せずに硫黄を生成するが、その際、反応2で水以外の物質を用いる。この物質の名称を漢字で答えなさい。

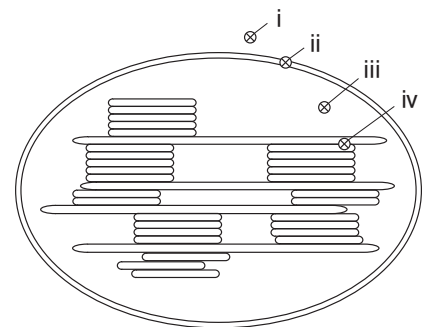


図2. 葉緑体の模式図

問2 下線部②に関して、図3はある生態系における物質生産の各要素（純生産量など）を、1年間の単位面積当たり生産された炭素の重量に換算して比較したものである。図中のⅡ・Ⅲ・被食量として示されている破線部分は物質生産のうち生物活動によって消費されたり、また、失われたりする部分である。(I)～(IV)に当てはまる語句として適切なものをa～hからそれぞれ一つずつ選びなさい。

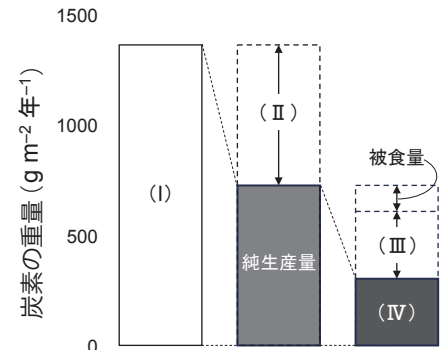


図3. 温帯湿潤落葉樹林における物質生産の概念図. Luysaertら(2007, Glob. Chang. Biol.)を参考に作成。

- a. 現存量
- b. 不消化排出量
- c. 呼吸量
- d. 総生産量
- e. 太陽エネルギー
- f. 成長量
- g. 顕熱量
- h. 枯死量

問3 下線部③に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 生態系において生物群集を構成する生物はその役割と栄養分の獲得方法によって生産者、消費者、分解者に大別される。このような栄養分の獲得方法による分類を何と呼ぶか、答えなさい。
- (2) 生産力ピラミッド（生産速度ピラミッド）は必ずピラミッド型になり形が逆転することはない。その理由を(1)の語句を用いて説明しなさい。
- (3) 消費者の分類において、生産者を捕食する動物を直接捕食する動物を何というか、答えなさい。
- (4) 生物の生活が非生物的環境に影響を及ぼすことを何というか、漢字6文字で答えなさい。

問4 下線部④に関して、図4は光の強さと葉面積あたりの二酸化炭素吸収速度との関係を示した図である。次の問いに答えなさい。

- (1) 図4の中で光飽和点にあたるのは(ア)と(イ)のいずれか、一つ選んで解答しなさい。
- (2) 光補償点とは何を意味するかを、図4の(ウ)と(エ)に相当する語句を用いて40字以内で説明しなさい。

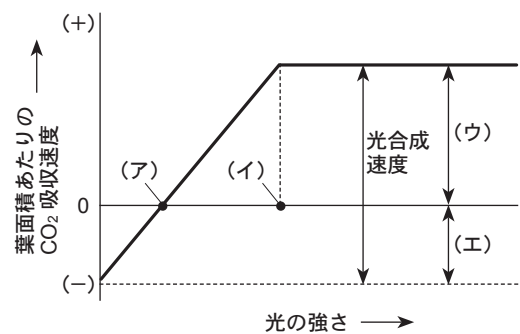
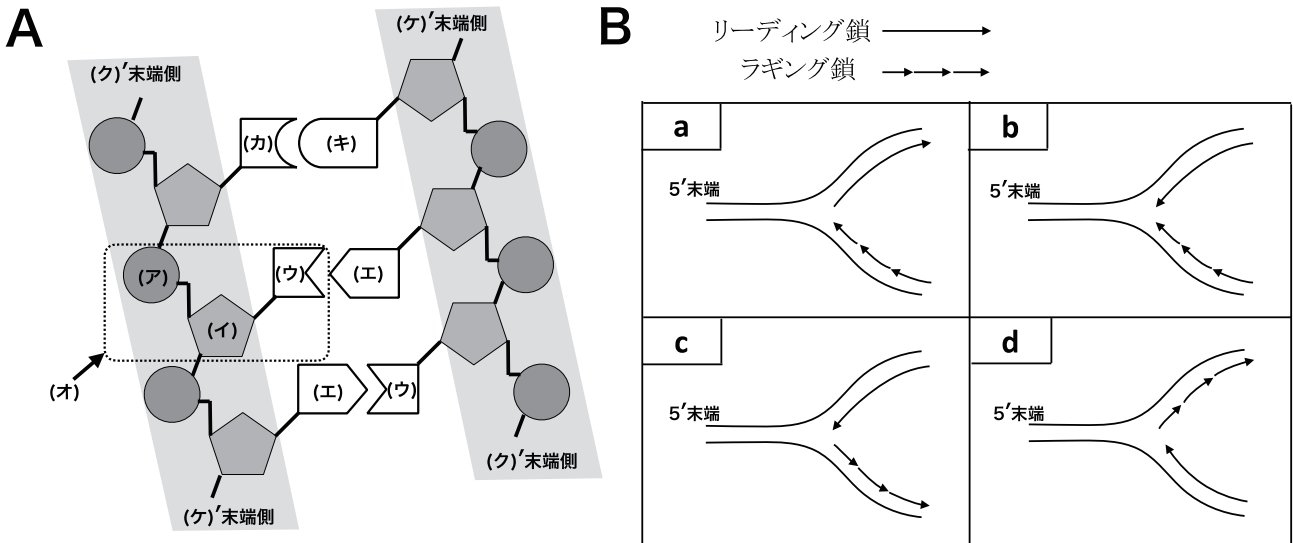


図4. 光の強さと植物葉面のCO₂吸収速度との関係

生物基礎・生物

3. DNA とその複製に関する以下の問いに答えなさい。



問1 図Aは二本鎖 DNA の模式図である。(ア)～(エ)の部分の名称を答えなさい。ただし、生体内でエネルギー通貨としてはたらく ATP には(エ)が含まれている一方、(イ)は含まれていない。

問2 図Aの(オ)は DNA の構成単位を示している。その名称を答えなさい。

問3 ある二本鎖 DNA の塩基組成を調べたところ、図Aの(ウ)の割合は 34.9% であった。その場合、図Aの(キ)の割合は何%になるか、答えなさい。

問4 図Aの(ウ)と(エ)や(カ)と(キ)の間に形成されている化学結合は何か、以下の a～e から一つ選びなさい。

- a. 共有結合 b. イオン結合 c. 配位結合 d. S-S 結合 e. 水素結合

問5 図Aの(ク)と(ケ)に入る数字は何か、解答欄の正しい数字の方に丸を付けなさい。

問6 図Bは DNA の複製時に見られる複製フォーク(二本鎖の DNA が一本鎖にほどけた部分)の模式図である。a～dのうちで正しい図はどれか、一つ選びなさい。ただし、もとの DNA を鋳型にして新たに合成されている鎖(新生鎖)はリーディング鎖とラギング鎖で、矢印は合成が進む方向を示している。

問7 DNAの複製において、伸長反応が連続的に進むリーディング鎖と不連続に進むラギング鎖が存在するのはなぜか、その理由について、以下の語句をどちらも用いて説明しなさい。

[語句] DNAポリメラーゼ, DNAヘリカーゼ

問8 DNAポリメラーゼが反応を開始させるためには、短いRNA鎖が必要である。それを何というか、答えなさい。

問9 DNAポリメラーゼは、新型コロナウイルスの検出でも使用されるPCR法でも必要な酵素である。しかし、実際PCR法で用いられるのは、ある古細菌由来のDNAポリメラーゼである。そのDNAポリメラーゼの特徴について説明しなさい。

生物基礎・生物

4. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

地球上には森林、①河川、湖沼、②海洋など、様々な生態系が存在し、各生態系は独自の生物相を持つとともに、水や酸素、二酸化炭素などの物質、また、生物の移動を通して相互に関わっている。生態系の物質循環や各生物の個体数、また、生体量などは動的平衡状態を保っているが、洪水や火災、また、台風などの（ア）を受け大きく変化する。一方、生態系は（ア）に対して元に戻ろうとする力を持っており、これにより生態系はバランスを保っている。しかし、この元に戻ろうとする力を超える大きな（ア）があると環境条件が大きく変わってバランスが崩れ、以前とは異なった生態系に移行する。

近年では、パーム油やダイズなど、数品種の農産物の生産のために、大規模な森林伐採や土地利用の改変が行われ、自然生態系への人為的（ア）が増大している。このため、③生物の生息地の消失や分断化・孤立化、また、それらによる生物多様性の減少が生じている。一方、日本の（イ）は、1960年代の燃料革命や化学肥料の普及にともない、その役割を終え、人の手が入らなくなった。その結果、かつては薪炭林として利用されていたコナラ林などが大径化・高齢化し、また、④食用や竹材として導入されたモウソウチク林が放置され、その分布域を拡大させており、（イ）の生物の多様性が変化している。

問1 文章中（ア）と（イ）に適切な語句を入れなさい。

問2 下線部①に関して、河川の自然浄化に関する以下の文のうち正しいものを a～d から二つ選びなさい。

- 河川に生活排水などの汚水が流入すると有機物量も増えるが、このような有機物はおもに原生動物によって無機物まで分解される。
- 河川で自然浄化の能力を上回る多量の有機物が増えると、細菌が繁殖し、また、河川の透明度は低下し、その結果として藻類は光合成を行いにくくなり減少することになる。
- 溶存酸素濃度の高い河川においてはタンパク質などの有機窒素化合物は分解され、アンモニウムイオンとなり、硝化作用により速やかに硝酸イオンとなりやすい。
- 透明度が高い河川で藻類が活発に光合成を行うと河川水の炭酸水素イオン (HCO_3^-) 濃度が低下し、pHも低下する。

問3 下線部②に関する次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

海洋で光合成に十分な光がとどくのは深さ 100 m 程度であり、植物プランクトンや藻類などが太陽光を利用できる生産層はせいぜい深さ 150 m に限られている。このように植物プランクトンの純生産量が 0 になるような深さを（ウ）という。海洋では植物プランクトンの増殖に必要な（エ）類が不足しやすいため、純生産量は光の量よりも（エ）類によって制限される場合が多い。（オ）域で植物プランクトンの光合成が活発なのは、河川によって陸域から（エ）類が供給されるからである。また、高緯度地方の海洋では海水の対流が生じやすいため、深海から（エ）類が供給され、光の量が少ない割に純生産量が多い。海水の対流は冬季に海面が冷却されることで海水の比重が大きくなって沈降し、代わりに深海の海水が上昇することで生じる。

- (1) 文章中の（ウ）～（オ）に適切な語句を入れなさい。
- (2) 熱帯の外洋が高緯度地方のそれに比べて光の量が多いにも関わらず純生産量が低いのはなぜか、説明しなさい。

問4 下線部③に関して、ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つ生物の集団 α と β に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) ある孤立した動物の集団 α では 10,000 頭に 1 匹の割合でアルビノが生まれる。これは a という劣性遺伝子（優性遺伝子は A である）によることがわかっている。この α に a をもつ個体はどのくらいの割合でいるか、百分率で答えなさい。
- (2) (1)の集団 α において遺伝子型がヘテロ接合の個体はどのくらいの割合で生まれるか、小数で答えなさい。なお、解答は小数第三位を四捨五入して示しなさい。
- (3) 大きな環境変動があつて生息地が減少し、個体数の少なくなったある生物の集団 β では、優性形質の個体はすべて成体になるが、劣性形質の個体は出生後成体になるまでにその 4 割が死亡する。この β のある世代の成体における優性遺伝子 B と劣性遺伝子 b の遺伝子頻度がそれぞれ、0.6, 0.4 であるとき、自由交配による次世代の成体における B と b の遺伝子頻度をそれぞれ答えなさい。なお、解答は小数第三位を四捨五入して示しなさい。

問5 下線部④に関して、以下の問いに答えなさい。

- (1) 本来はその地域にはいなかった生物が人の手によって外から運び込まれて定着したものを何とよいか、答えなさい。
- (2) 日本国内における(1)のような植物の例を、モウソウチク以外で一つ挙げなさい。