



2023年度

公立千歳科学技術大学 理工学部

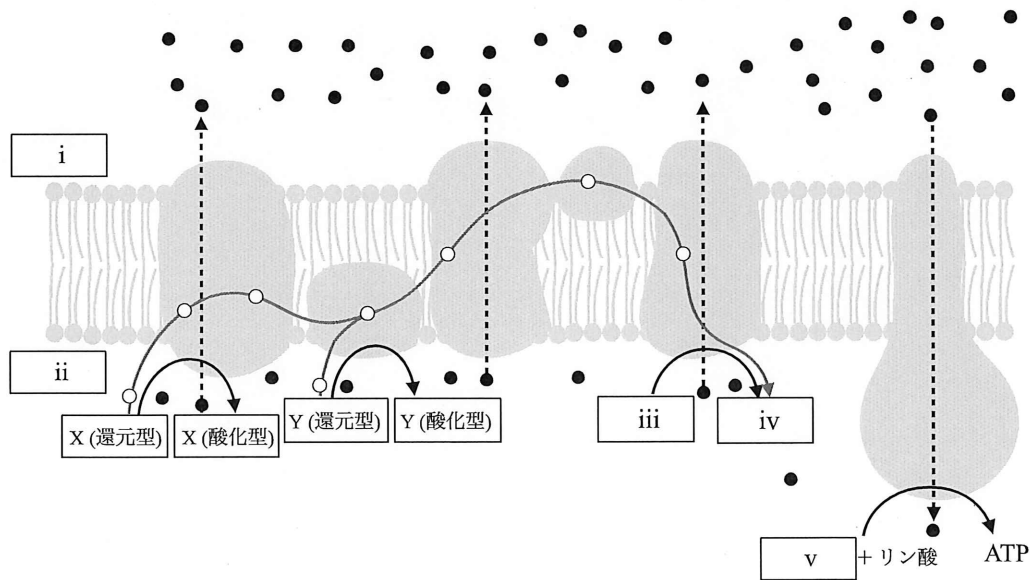
一般選抜 前期日程 問題

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。

生物は、呼吸によって①生命活動を営むうえで必要なエネルギーを ATP という形で獲得している。酸素を利用した呼吸（酸素呼吸）の過程は3つの反応系（以降 A, B, C で記述）で構成されている。まず、反応系 A では、グルコース1分子が2分子の（ア）に分解され、それに伴って最終的には2分子の ATP がつくられる。次の反応系 B では、（ア）がアセチル CoA に変化した後、（イ）と結合してクエン酸になり、クエン酸が再び（イ）へ変化するまでの過程で（ア）2分子当たり2分子の ATP がつくられる。また、反応系 A と反応系 B では ATP の合成とともに②物質 X や物質 Y が還元される。下の模式図に示される最終段階の反応系 C では、反応系 A や反応系 B で還元された物質 X や物質 Y を出発として反応が進行し、結果的に ATP 合成酵素のはたらきによって、グルコース1分子当たり最大（ウ）分子の ATP がつくられる。このような酸素呼吸に対して、酸素を利用しない呼吸、つまり③発酵を行う微生物はグルコース1分子から2分子の ATP しか作り出すことができない。酸素呼吸を行う生物が効率良く ATP を獲得できるのは、それらの生物の細胞内に、細胞小器官の（エ）が存在するからである。



問1 文中の（ア）～（エ）に適切な語句や数値を入れなさい。

問2 下線部①に関して、エネルギー通貨ともよばれる ATP はどのようにしてその内部にエネルギーを蓄えているのか、説明しなさい。

問3 下線部②に示す物質の説明で正しいのはどれか、a～eから一つ選びなさい。

- a. 物質Xや物質Yは、アミノ酸の一種である。
- b. 物質Xや物質Yは、補酵素に電子や水素イオンを受け渡す役割を果たす。
- c. 物質Xや物質Yは、基質から電子や水素イオンを受け取ることで還元される。
- d. 物質Xや物質Yは、還元された後、カタラーゼのはたらきで元の状態に戻る。
- e. 物質Xや物質Yの還元は、脱炭酸酵素のはたらきにより進行する。

問4 図中の白丸と黒丸はそれぞれ何を表しているのか、以下のa～fから一つずつ選びなさい。

- a. ナトリウムイオン b. カリウムイオン c. 水素イオン
- d. 塩素イオン e. 酸素 f. 電子

問5 図中のiとiiに当てはまる語句を以下のa～fから一つずつ選びなさい。

- a. 細胞内 b. 膜間腔 c. 細胞外
- d. マトリックス e. ストロマ f. チラコイド

問6 図中のiii～vに当てはまる物質名を以下のa～fから一つずつ選びなさい。

- a. 水 b. 二酸化炭素 c. 酸素
- d. FAD e. NADP f. ADP

問7 下線部③に関して、以下の問いに答えなさい。

- (1) アルコール発酵を行う微生物を答えなさい。
- (2) アルコール発酵全過程の化学反応式を答えなさい。
- (3) アルコール発酵においては、グルコース18gから何グラムのエタノールが生成するか、答えなさい。ただし、原子量はH = 1.0, C = 12.0, O = 16.0を用い、有効数字2桁で解答しなさい。

2. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

2008年、下村博士らがノーベル化学賞を受賞した理由となった緑色蛍光タンパク質（GFP）は、クラゲの一種であるオワンクラゲから発見され、青色の光を吸収して緑色の蛍光を発するタンパク質である。GFP 遺伝子は238個のアミノ酸からなるタンパク質をコードしている。GFP 遺伝子をオワンクラゲの細胞からクローニングし、緑色蛍光を発する大腸菌を作製する実験を行った。GFP 遺伝子の開始コドンの位置から始まるプライマー1と、終止コドンの相補的な塩基配列から始まるプライマー2を用いて、GFP タンパク質の産生に必要な遺伝子の領域を PCR 法により増幅した。オワンクラゲゲノム中の GFP 遺伝子はエキソンが（ A ）をはさんで互いに離れて存在している。そのため、大腸菌体内で GFP タンパク質を発現させるには、①GFP 遺伝子の4つのエキソンがつながった DNA 断片（cDNA）を PCR 法で増幅する必要がある。

問1 文章中の（ A ）に当てはまる語句を答えなさい。

問2 下線部①の手順を述べた以下の文章中の（ I ）～（ IV ）に当てはまる最も適切な語句を以下の a ～ k から選び、記号で答えなさい。また、（ V ）に入る数値を記しなさい。

オワンクラゲの発光部位の細胞から RNA を抽出した。抽出した RNA に4種類の（ I ）とプライマー2、（ II ）を加えて、37℃で1時間反応させた。その後、85℃で10分間処理することで、（ II ）を変性させて失活させ、反応を停止させた。反応後、合成された1本鎖の（ III ）を鋳型として5'末端をリン酸化したプライマー1とプライマー2、4種類の（ I ）、耐熱性（ IV ）を加えて PCR 法を行うことで、GFP の開始コドンから終止コドンまでの（ V ）塩基対の GFP 遺伝子の cDNA を合成した。なお、GFP タンパク質では、開始コドンに対応するアミノ酸が切り離されることはない。

- | | | |
|-----------------|---------------|----------|
| a. デオキシリボヌクレオチド | b. リボヌクレオチド | c. タンパク質 |
| d. アミノ酸 | e. スプライシング因子 | f. RNA |
| g. 逆転写酵素 | h. RNA ポリメラーゼ | i. DNA |
| j. DNA ポリメラーゼ | k. ペプチド | |

問3 下線部①に関して、なぜ4つのエキソンがつながった cDNA を用いる必要があるのか、簡潔に説明しなさい。

生物基礎・生物

- 問4 PCRにおいて、1回目のサイクルで形成される2本鎖cDNA数を n とすると、引き続き反応によってcDNA数が $n \times 10^7$ を超えるのは何回目のサイクルが終了した後か答えなさい。ただし、この間の酵素反応は理想的に進み、速度に変化は無いものとする。また、必要なら、 $\log_{10}2 = 0.3$ の値を用いてもよい。
- 問5 同一の制限酵素で切断したGFPのcDNAと、プラスミドを連結させ、大腸菌体内でGFPタンパク質を産生させるGFPプラスミドを作製するための反応溶液を調製した。cDNAと切断したプラスミドを結合するために必要な酵素は何か、その名称を記しなさい。
- 問6 問5で調製した反応溶液を室温で1時間反応させた後、できたプラスミドを大腸菌に取り込ませ、寒天培地の上で一晩、 37°C で培養した。すると、寒天培地には多数のコロニーが形成されていた。この大腸菌のコロニーからプラスミドを単離し、制限酵素Yで切断されてできるDNA断片の長さから、GFPプラスミドが同定できる。図1は、完成したGFPプラスミドの制限酵素切断地図である。6個の独立した大腸菌コロニーから単離したプラスミドを制限酵素Yで切断後、アガロースゲル電気泳動によって切断されたDNA断片の長さを確認したところ、図2のようになっていた。制限酵素Yによりプラスミドは完全に切断されており、培養中に塩基配列の変異は起きないものとして、以下の問いに答えなさい。
- (1) GFPのcDNAが挿入されていないプラスミドはどれか、図2の①～⑥のプラスミドからすべて選び、番号で答えなさい。
 - (2) GFP遺伝子の開始コドンを含むDNA断片は図2のどのバンドに含まれるか、(ア)～(カ)からすべて選び、記号で答えなさい。
 - (3) 形質転換した緑色蛍光を示す大腸菌に取り込まれたプラスミドはどれか、図2の①～⑥のプラスミドからすべて選び、番号で答えなさい。

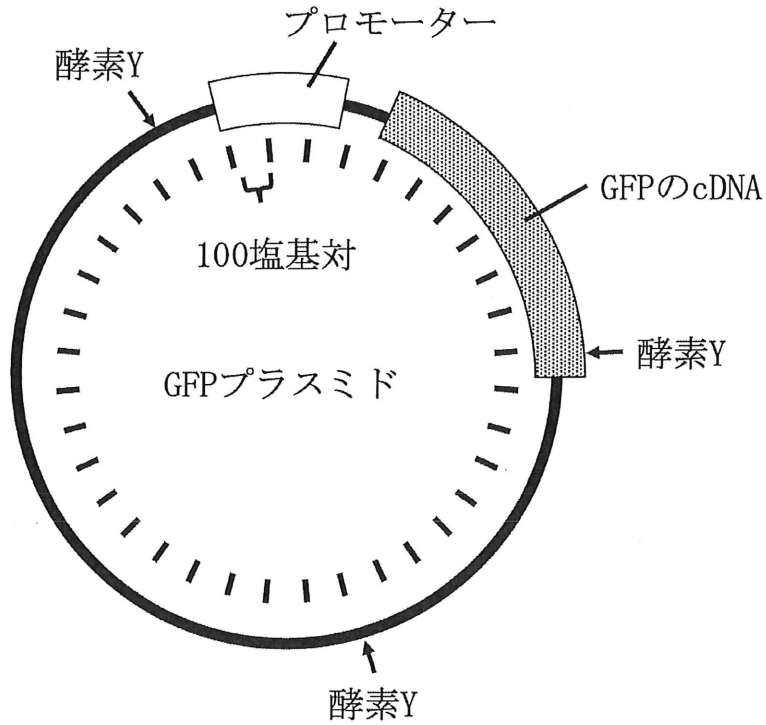


図1 GFP プラスミドの制限酵素切断地図
 図内の目盛りは塩基対の長さをあらわす。
 酵素 Y は制限酵素 Y で切断される位置を示す。

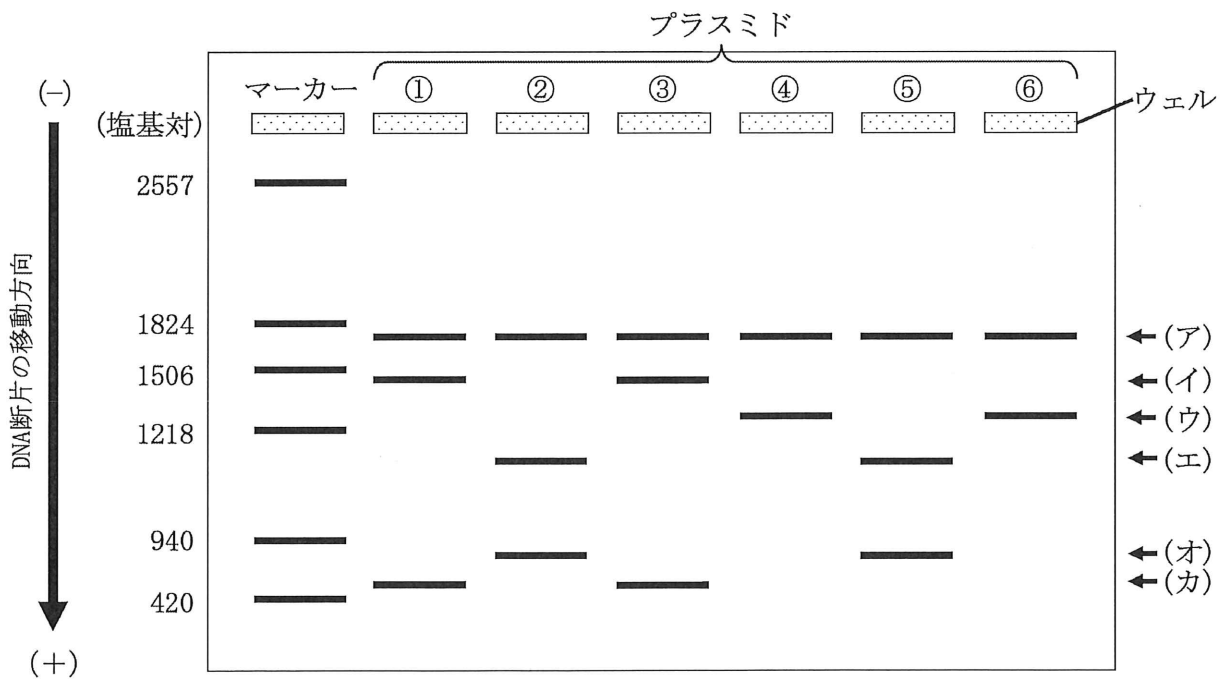


図2 アガロースゲル電気泳動の模式図

生物基礎・生物

3. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

ヒトの眼の水平断面を図1に示した。光は①と水晶体で屈折して⑤の中を進行し、網膜上に像を結ぶ。網膜には図2に示される2種類の形状の視細胞が存在する。これらの視細胞には光を吸収する物質（視物質）が含まれており、網膜に到達した光を視物質が吸収すると、それが引き金となって視細胞から電気的な刺激が視神経を通して大脳まで伝わり、（ア）が生じる。図2の視細胞aの視物質は（イ）とよばれ、ビタミンAから作られる（ウ）とタンパク質が結合した構造をしている。（イ）の光に対する感度の高さから、視細胞aは明暗の識別を担っている。暗いところから明るいところへ、逆に明るいところから暗いところへ移動した際、眼が徐々に明るさや暗さに慣れてくることをそれぞれ（エ）、（オ）といい、それらには主に（イ）の分解と蓄積が関与している。一方、図2の視細胞bには、吸収する光の波長域が異なる3種類の細胞が存在し、それらが協力して、（カ）を認識するための役割を担っている。また、眼に入る光量は、瞳孔（ひとみ）の大きさを変えることで調節されている。瞳孔の大きさは（キ）神経のはたらきによって変化し、交感神経が優位になると拡大し、副交感神経が優位になると縮小する。

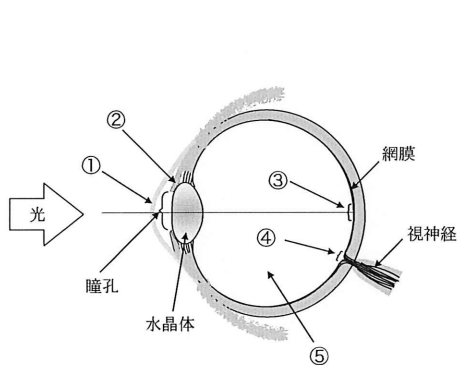


図1 眼の水平断面



図2 視細胞

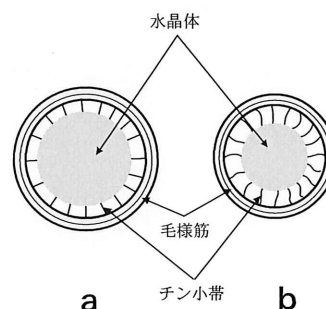


図3 眼の遠近調節

問1 文中の（ア）～（キ）に適切な語句を入れなさい。

問2 図1の①～⑤の名称を答えなさい。

問3 図2の視細胞aとbの名称を答えなさい。また、図1の③の部分に多く分布するのはaとbのどちらか、解答欄の適当な方を丸で囲みなさい。

- 問4 図1の④の部分では光を感じることはできない。その理由を a ~ e から一つ選びなさい。
- a. この部分には眼の構造上そもそも光が到達することはないから
 - b. この部分にはそもそも視細胞が存在しないから
 - c. この部分に存在する視細胞の視物質は常に分解されてしまうから
 - d. この部分には視神経の細胞が密集して存在するため、視細胞へ光が届きにくいから
 - e. この部分に光があたって発生する電気的な刺激は、右眼と左眼で正負逆であるために打ち消されてしまうから
- 問5 下線部のように、交感神経が優位にはたらくと、心臓や胃にはどのような作用がもたらされるか、説明しなさい。
- 問6 図3は眼の水晶体の付近を正面からみた図である。a と b のうち、近くの物体に焦点を合わせているときの様子を描いているのはどちらか、解答欄の適当な方を丸で囲みなさい。また、それを選んだ理由を、3つの語句（毛様筋、チン小帯、水晶体）を用いて説明しなさい。

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。

植物の多くは、様々な波長の光を含む太陽光により、決まった時期に花を咲かせることが知られている。表1は本州のある地域において、ダイズの種子を少しずつ時期をずらして播種、開花する日を調べた実験の結果である。また、別の実験で、図1で示すような光の明暗あるいは異なる波長の光で光中断した条件でダイズを育てた。

表1 播種日をずらしたダイズの開花日と開花までにかかった日数

播種日	開花日	播種から開花までにかかった日数
4月8日	9月5日	150日
4月20日	9月6日	139日
5月9日	9月7日	121日
5月20日	9月5日	108日
6月6日	9月11日	97日
6月22日	9月14日	84日
7月10日	9月23日	75日

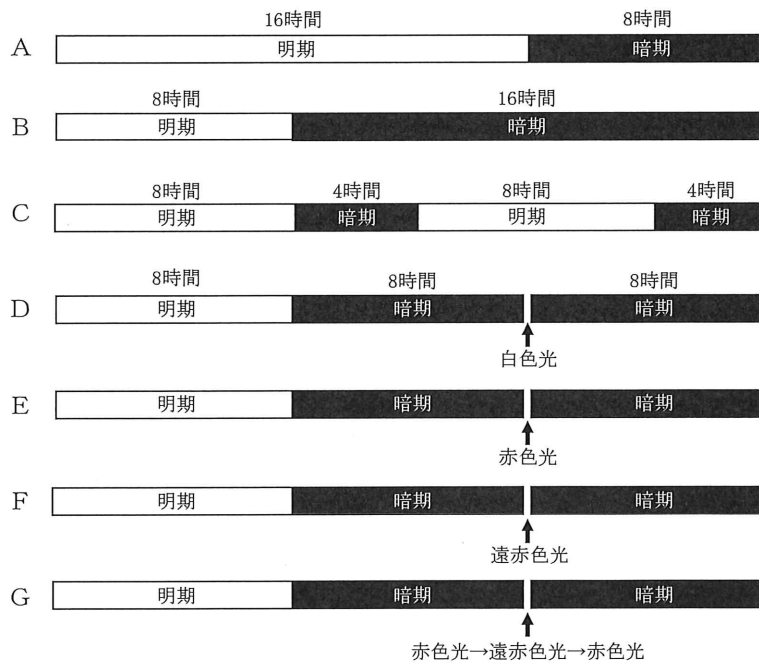


図1 明暗処理あるいは異なる波長の光による光中断を行った条件

問1 表1の結果からダイズは以下のどの植物に属すると考えられるか、ア～ウから一つ選びなさい。また、選んだ理由を答えなさい。

ア. 長日植物 イ. 短日植物 ウ. 中性植物

問2 図1のA～Gの光条件でダイズを育てたとき、花芽が形成される場合は○を、形成されない場合は×を記しなさい。なお、ダイズの限界暗期は10時間として考えなさい。

問3 この花芽形成に関与する光受容体の名称を答えなさい。

問4 日長条件と花芽形成についてさらに詳しく調べるために、短日植物であるオナモミを使って、図2で示されるaとbの処理を行い花芽形成の有無を調べた。その実験結果から、日長の変化は、植物のどの器官で受容されると考えられるか、答えなさい。また、その理由を簡潔に答えなさい。

問5 花芽形成を促進する物質の移動に関して図3のように形成層の外側をはぎとり、師部を取り除く処理（環状除皮）を行って花芽形成を調べた。この実験の結果を理由とともに予測しなさい。

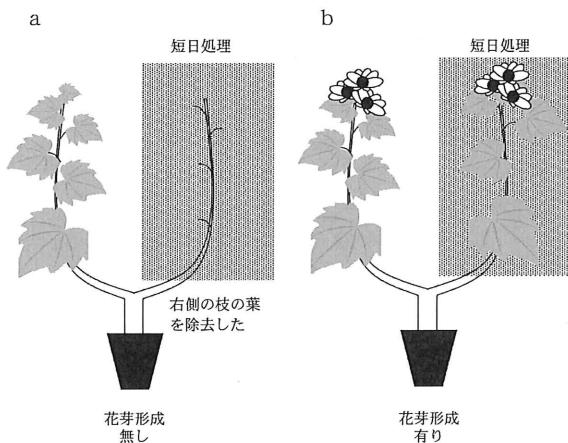


図2 2本の枝を持つオナモミに対する短日処理実験

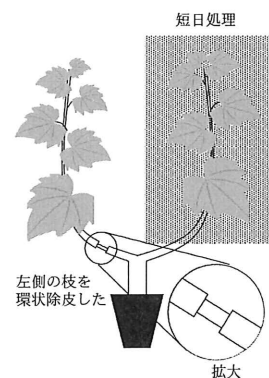


図3 オナモミを環状除皮したときの短日処理実験

問6 花芽の分化には生育時の温度も重要である。一定期間、低温にさらされることによって花芽形成が促進される現象は何とよばれるか、答えなさい。