

## 生 物 (その1)

第1問 脂質に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

栄養素である脂質は水に溶けにくいいため、血液に溶かして運ぶことが難しい。そのため脂質を輸送する際には、生体膜の主要な構成成分である(ア)やタンパク質でできた袋に、コレステロールや<sup>(1)</sup> トリアシルグリセロール(グリセリンに脂肪酸が3つ結合した脂肪)を入れて運ぶ。脂質輸送のために構成されたこの複合体をリポタンパク質とよぶ。リポタンパク質のうち脂質を肝臓から各細胞に運ぶものを低比重リポタンパク質(LDL)とよぶ。

LDLは血管の内皮と筋層の間に入り込む性質があり、過剰に蓄積するとLDL中のコレステロールは酸化されてしまう。(イ)はこれを異物と認識して大量に貪食して膨れ上がり、やがて死滅する。<sup>(2)</sup> (イ)の死骸が血管の内皮と筋層の間に蓄積されることによって、血管壁は内腔側に膨らんで固くなる。このくり返しによって血管は狭くなり、そこに<sup>(3)</sup> 血栓などがつまると血流を遮断してしまう。

脂質は多すぎると健康上の問題になるが、本来は生命維持に大切な物質である。

<sup>(4)</sup> コレステロールはホルモンの材料や胆汁の成分として利用される。一方、<sup>(5)</sup> トリアシルグリセロールはその多くが(ウ)細胞に蓄えられており、エネルギー源として活用される。生体がエネルギー不足に陥るとトリアシルグリセロールはグリセリンと脂肪酸に分けられ、脂肪酸はアルブミンと結合して各細胞へと運ばれる。<sup>(6)</sup> 細胞内のペルオキシソームや(エ)で脂肪酸はコエンザイムA(CoA)と結合したアシルCoAとなり、アシルCoAは酸化されながら切断を受け、そのたびに炭素数2のアセチルCoAが1分子ずつつくられる。飽和脂肪酸の場合、アセチルCoAを1分子切り出す過程でNADHとFADH<sub>2</sub>がそれぞれ1分子ずつ合成され、さらにアセチルCoAはクエン酸回路へ入り、これらはATP合成に利用される。

問1 文中の(ア)～(エ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、

i) トリアシルグリセロールを構成する元素の組み合わせとして最も適当なものはどれか。①～⑤から1つ選び、番号で記せ。

① C,H,O ② C,H,O,N ③ C,H,O,P ④ C,H,O,N,S ⑤ C,H,O,N,P

ii) グリセリンと脂肪酸の結合様式を何とよぶか、名称を記せ。

## 生 物 (その2)

- 問3 下線部(2)の状態が動脈で起こった場合を何とよぶか、用語を記せ。
- 問4 下線部(3)が心筋に血液を送る冠状動脈で起こった場合を何とよぶか、病名を記せ。
- 問5 下線部(4)について、コレステロールを材料とするホルモンはどれか。適当なものを①～⑤からすべて選び、番号で記せ。

- ① グルカゴン                      ② コルチコイド                      ③ 生殖腺ホルモン  
④ インスリン                      ⑤ 成長ホルモン

- 問6 下線部(5)について、貯蔵物質としてトリアシルグリセロールがグリコーゲンよりすぐれている点を2つ、簡潔に記せ。

- 問7 下線部(6)について、

- i) クエン酸の炭素数はいくつか、数値を記せ。
- ii) クエン酸回路で1分子のアセチル CoA から合成される NADH と FADH<sub>2</sub> はそれぞれ何分子か、数値を記せ。
- iii) 炭素数 18 の飽和脂肪酸であるステアリン酸 1 分子が完全に酸化されて生じるエネルギーがすべて ATP 合成に用いられるとすると、合成される ATP は何分子か、数値を記せ。ただし、NADH と FADH<sub>2</sub> 1 分子からは、ATP がそれぞれ 3 分子と 2 分子ずつつくられるものとする。また、ステアリン酸をアシル CoA に変換するのに必要な ATP は無視する。

## 生 物 (その3)

第2問 植物と環境要因に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

植物は場所を移動することができず、周囲の環境の変化に反応する能力が発達している。

光発芽種子は光受容体である(ア)により発芽が制御される。(ア)にはPr型(赤色光吸収型)とPfr型(遠赤色光吸収型)の2つの型がある。<sup>(1)</sup> 林冠が閉鎖した森林では林床に存在する光発芽種子の発芽は抑制されている。しかし、ギャップなどの形成により、林床に太陽光が直接届くようになると発芽が始まる。

(ア)は茎の伸長成長にも関与するが、茎の伸長成長の抑制には青色光受容体である(イ)がはたらく。

種子が発芽すると、根や茎は重力や光などの方向を感じて、根は地中に、茎はその反対方向に伸びる。植物の芽ばえを暗所に移し水平におくと、植物ホルモンであるオーキシンが下方(重力方向)に移動して、<sup>(2)</sup> 根でも茎でも同じように下側のオーキシン濃度が高くなる。その結果、根は正の重力屈性を示し、茎は負の重力屈性を示す。

植物のガス交換や蒸散はおもに気孔を通して行われる。植物は光の強さや土壌中の水分量などといった環境要因の変化に応じて気孔の開閉を調節している。<sup>(3)</sup> 葉に光が当たると、その情報はもう1つの青色光受容体である(ウ)によって感知され、いくつかの過程を経て気孔が開く。

問1 文中の(ア)～(ウ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、次の文の( )の中から、最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。

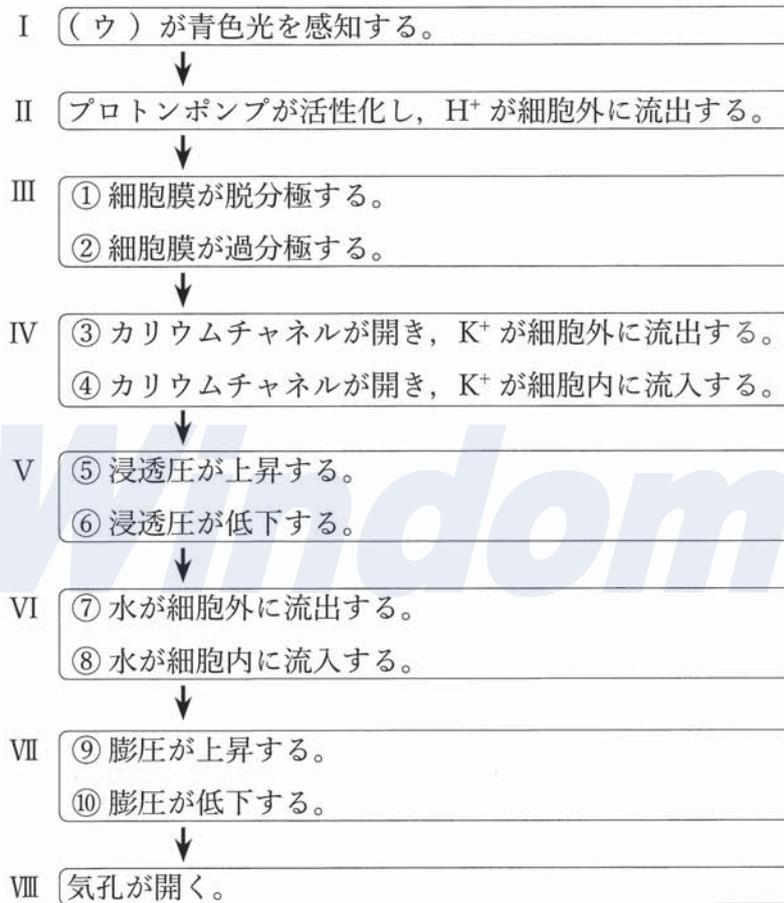
林冠が閉鎖した森林では、林床に届く光のうち、赤色光に対する遠赤色光の割合は林冠のそれと比較して(a:①大きい ②小さい ③変わらない)。しかし、ギャップが形成されると林床に届く光の波長の割合は変化し、林床にある光発芽種子のPr型に対するPfr型の割合は(b:④増加し ⑤減少し ⑥変化せず)、ジベレリンの合成が(c:⑦促進される ⑧抑制される ⑨変化しない)。その結果、(d:⑩エチレン ⑪ジャスモン酸 ⑫アブシシン酸)のはたらきが抑制され、発芽が始まる。

## 生 物 (その4)

問3 下線部(2)について、茎と根の屈性方向が逆になる理由を簡潔に記せ。

問4 下線部(3)について、図1に(ウ)が青色光を感知してから、気孔が開くまでの間に孔辺細胞で起こる過程を示す。過程III～VIIにおいて、適当なものを①～⑩からそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。

図1



## 生 物 (その5)

**第3問** ポリメラーゼに関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

真核生物のゲノムは二本鎖 DNA で構成されている。<sup>(1)</sup> DNA の複製時には二本鎖がほどけて一本鎖となり、それぞれが鋳型となって、新たな鎖が DNA ポリメラーゼにより相補的に合成される。このように、DNA を鋳型として DNA を合成するポリメラーゼを DNA 依存性 DNA ポリメラーゼとよぶ。DNA の遺伝情報は RNA ポリメラーゼにより転写される。RNA ポリメラーゼは DNA 上のプロモーターに結合し、<sup>(2)</sup> DNA の片方を鋳型にして相補的な RNA を合成する。このように、DNA を鋳型として RNA を合成するポリメラーゼを <sup>(3)</sup> DNA 依存性 RNA ポリメラーゼとよぶ。転写後 <sup>(4)</sup> いくつかの過程を経て mRNA となったものはタンパク質に翻訳される。また、<sup>(5)</sup> タンパク質に翻訳されず RNA のまま機能するものもある。

一方、ウイルスのゲノムは一本鎖または二本鎖の DNA、あるいは RNA で構成されており、ウイルスの種類により異なる。ゲノムが一本鎖 RNA である場合、それが mRNA として機能する場合をプラス鎖とよび、mRNA と塩基配列が相補的な場合をマイナス鎖とよぶ。ゲノムが一本鎖 DNA である場合は、mRNA と塩基配列が相同な場合をプラス鎖、相補的な場合をマイナス鎖とよぶ。ウイルスは、このような核酸をタンパク質などからなる殻で包み込んだ感染性の微小構造体（ウイルス粒子）で、ゲノム上にはウイルス特有の酵素や殻を形成するタンパク質などの限られた遺伝情報しかもたない。そのためウイルスは宿主なしでは増殖できず、生きた細胞に侵入してその代謝機能を利用し、ウイルスのゲノムやタンパク質を大量に合成した後、それらを組み立てて増殖する。なお、ウイルス特有のポリメラーゼを遺伝情報としてだけでなく、タンパク質としてもウイルス粒子内にもつものもある。例えば、<sup>(6)</sup> RNA 依存性 DNA ポリメラーゼをウイルス粒子内にもち、宿主の細胞内で自身のゲノム RNA を DNA に変換して宿主のゲノムに組み込むものがある。

## 生 物 (その6)

問1 下線部(1)について,このような複製の様式を何とよぶか,用語を記せ。

問2 下線部(2)について,転写に用いられないDNA鎖を何とよぶか,名称を記せ。

問3 下線部(3)と,それにより転写される真核生物のRNAについて適当なものを

①～⑥からすべて選び,番号で記せ。

- ① 転写は核小体でのみ行われる。
- ② 転写開始にはプライマーが必要である。
- ③ 鋳型になるDNA鎖は5'から3'の方向に読み取られる。
- ④ RNAには触媒作用をもつものがある。
- ⑤ RNAには核内で機能するものと細胞質で機能するものがある。
- ⑥ RNAには分子内で部分的に二重らせん構造をとって機能するものがある。

問4 下線部(4)について,転写されたRNAがmRNAになるまでの過程を簡潔に記せ。

問5 下線部(5)について,このようなRNAを3つ記せ。

問6 下線部(6)について,

- i) このポリメラーゼが触媒する合成反応を何とよぶか,用語を記せ。
- ii) このようなウイルスを一般に何とよぶか,名称を記せ。

## 生 物 (その7)

問7 表1に真核細胞を宿主とするウイルスA～Eのゲノム構成を示す。これらが増殖に用いるポリメラーゼについて最も適当なものを①～③からそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。ただし、宿主はRNA依存性のポリメラーゼをもたず、また、A～EのウイルスはDNA依存性のポリメラーゼおよび、RNA依存性DNAポリメラーゼをもたないものとする。

表1

ウイルス	ゲノム構成
A	二本鎖DNA
B	プラス鎖の一本鎖DNA
C	マイナス鎖の一本鎖DNA
D	プラス鎖の一本鎖RNA
E	マイナス鎖の一本鎖RNA

- ① 宿主にはないウイルス特有のポリメラーゼが必要で、遺伝情報とともにタンパク質としてもウイルス粒子内にもつ。
- ② 宿主にはないウイルス特有のポリメラーゼが必要で、その遺伝情報はもっているがタンパク質としてはウイルス粒子内にもつ必要がない。
- ③ ポリメラーゼはすべて宿主のものを利用する。

## 生 物 (その8)

第4問 遺伝子組換えに関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

すべての生物の遺伝情報は共通の原理にしたがって発現している。そのため、ある遺伝子を他の生物に導入することでその生物の形質を変えることができる。(1) これを形質転換とよぶ。 pG (図2左) はヒトの細胞に導入すると緑色蛍光タンパク質 (GFP) を発現させることができるプラスミドである。この pG を大腸菌に導入し、GFP を発現する大腸菌をつくることを試みた。その結果、(2) アンピシリン耐性を獲得した大腸菌に pG が導入されていることは確認できたが、GFP の発現は認められなかった。 大腸菌で GFP を発現するプラスミドをつくるために、大腸菌で  $\beta$ -ガラクトシダーゼの遺伝子 (*lacZ*) を発現させることができるプラスミド pZ (図2右) を利用することにした。*lacZ* は pZ においてラクトースオペロンの *lac* プロモーターや *lac* オペレーターで発現が調節されるので、(3) ラクトースに類似した物質 IPTG により  $\beta$ -ガラクトシダーゼの発現が誘導される。 この酵素は X-gal という物質を分解して青色の沈殿物を生じさせるので、X-gal と IPTG を含む寒天培地では、この酵素を発現している大腸菌のコロニーは青くなる。pZ にはこのほかに、常に大腸菌で発現するアンピシリン耐性遺伝子もコードされている。pZ に組み込まれている *lacZ* の発現条件を確認するため、(4) pZ と大腸菌を混ぜて形質転換処理した液を、さまざまな寒天培地に塗り広げ、翌日コロニーの様子を観察した。対照として大腸菌のみを塗り広げたものも用意した。その結果を表2に示す。

この実験により *lacZ* の発現条件が確認できたので、GFP をコードしている遺伝子 (GFP 遺伝子) を pG から切り出して pZ に挿入することにした。GFP 遺伝子は 800 塩基対 (bp) の大きさで、制限酵素 A で切り出すことができる。遺伝子内部には別の制限酵素 B の切断部位がある (図2左)。pZ にも制限酵素 A の切断部位が1か所あり、ここに制限酵素 A で切り出した GFP 遺伝子を挿入すると、GFP 遺伝子が *lac* プロモーターと *lac* オペレーターの調節下で発現するようになり、*lacZ* は発現しなくなる。このようにして作成したプラスミドを大腸菌に混ぜて形質転換処理した液を、アンピシリン、X-gal、IPTG を含む寒天培地に塗り広げたところ、翌日には白いコロニーが3個と青いコロニーが20個観察された。紫外線を当ててみると、3個の白いコロニーのうち2個が緑色に光ったが、青いコロニーはいずれも光らなかった。(5) 3個の白いコロニーと20個の青いコロニーのうちの1個の、計4個のコロニーの大腸菌からそれぞれプラスミドを単離・精製した。それらのプラスミド (ア) ~ (エ) を制限酵素 A もしくは制限酵素 B で切断処理し、アガロースゲル電気泳動を行った(図3, 図4)。 なお、図中には各プラスミドを単離したコロニーの色や発光の有無も示している。

# 生 物 (その9)

図 2

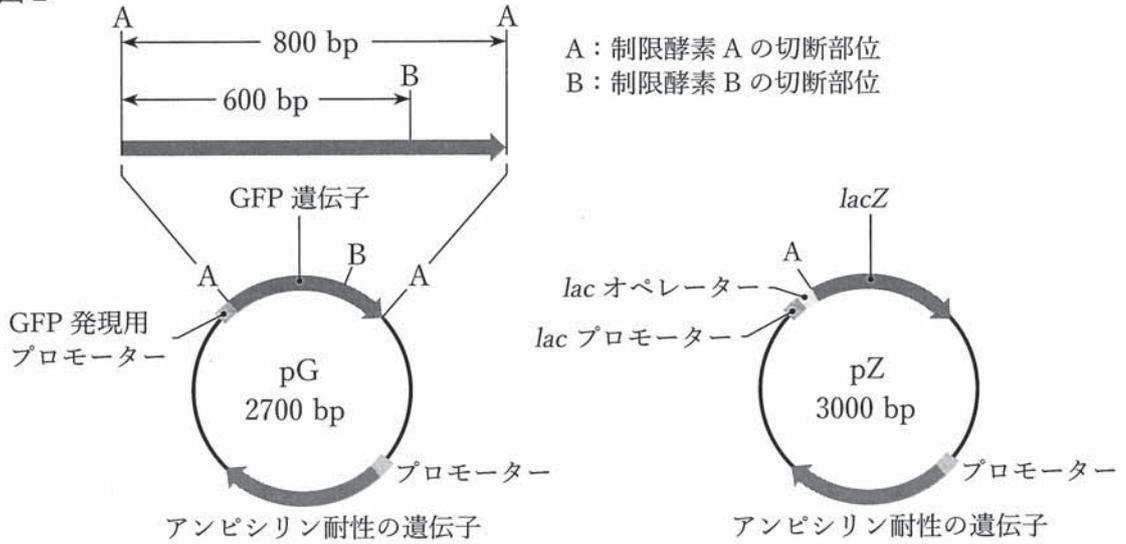


表 2

培地	pZ と混ぜた大腸菌							大腸菌のみ		
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	③	②	⑨
アンピシリン	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+
X-gal	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+
IPTG	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
観察されたコロニー	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	③	②	⑨

図 3

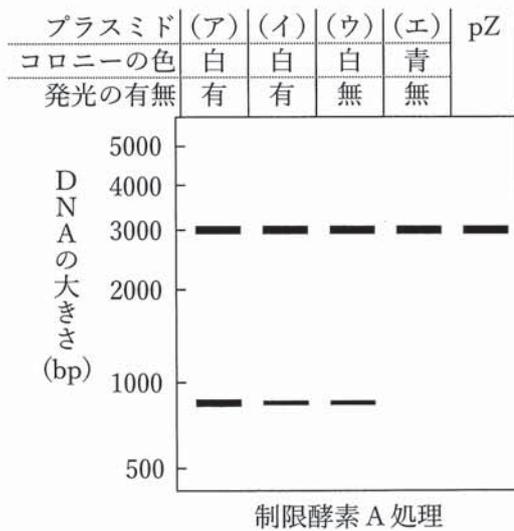
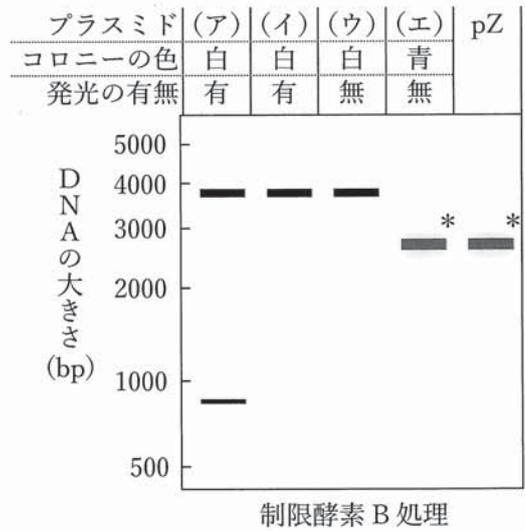


図 4



\* : 切断されていないプラスミドの泳動結果

## 生 物 (その10)

問1 下線部(1)について、

- i) この現象を用いて遺伝子の正体がDNAであることを解明したのは誰か、人名を記せ。
- ii) その際に実験に用いた細菌の名称を記せ。

問2 下線部(2)について、大腸菌でGFPが発現しなかった理由を簡潔に記せ。ただし、pGに変異は起こっていない。

問3 下線部(3)について、IPTGはあるタンパク質に結合して*lacZ*の転写を調節している。このタンパク質は一般に何とよばれるか、名称を記せ。

問4 下線部(4)について、表2の寒天培地ではどのようなコロニーが観察されるか。対照実験の結果にならって、表中の(a)～(g)に最も適当なものを①～⑨からそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。ただし、同じものをくり返し選んでもよい。

- ① 少数の白いコロニー
- ② 多数の白いコロニー
- ③ 少数の青いコロニー
- ④ 多数の青いコロニー
- ⑤ 少数の白いコロニーと少数の青いコロニー
- ⑥ 少数の白いコロニーと多数の青いコロニー
- ⑦ 多数の白いコロニーと少数の青いコロニー
- ⑧ 多数の白いコロニーと多数の青いコロニー
- ⑨ コロニーなし

## 生 物 (その11)

問5 下線部(5)について、各コロニーから単離したプラスミド(ア)～(エ)はどのような構造をしているか。図3と図4のアガロースゲル電気泳動の結果より最も適当なものを①～⑤からそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。ただし、図2のプラスミド上の各遺伝子は転写される方向を矢印で示しており、矢印がプロモーターから遠ざかる方向を向いているときを順方向、その逆を向いているときを逆方向とする。なお、図3と図4の右端は制限酵素処理したpZの結果を示す。

- ① pZに1つのGFP遺伝子が順方向に挿入されている。
- ② pZに1つのGFP遺伝子が逆方向に挿入されている。
- ③ pZにGFP遺伝子が2つ並んで挿入されており、その向きは両方とも順方向である。
- ④ pZにGFP遺伝子が2つ並んで挿入されており、その向きは両方とも逆方向である。
- ⑤ pZには何も挿入されていない。

*Windom*

空白ページ

***Windom***