

平成30年度一般入学試験問題

理 科

(物理, 化学, 生物より2科目選択)

【注意事項】

1. この問題冊子には答案用紙が挟み込まれています。試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始後、問題冊子と答案用紙（物理, 化学, 生物の答案用紙すべて）の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。
3. **選択する2科目**の答案用紙の選択欄に○印を記入しなさい。
4. 問題冊子には、物理計5問、化学計3問、生物計6問の問題が、それぞれ物1～物9ページ、化1～化6ページ、生1～生11ページに記載されています。落丁、乱丁および印刷不鮮明な箇所があれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
5. 答案には、必ず鉛筆（黒「HB」「B」程度）またはシャープペンシル（黒「HB」「B」程度）を使用しなさい。
6. 選択した科目の解答はその答案用紙の指定された場所に記入しなさい。ただし、解答に関係のないことが書かれた答案は無効にすることがあります。
7. 問題冊子の余白は下書きに利用しても構いません。
8. 問題冊子および答案用紙はどのページも切り離してはいけません。
9. 問題冊子および答案用紙を持ち帰ってはいけません。

受験番号	
------	--

生 物

〔問 1〕 次の(1)～(15)の問いに、選択肢から適切なものを選び、記号で答えよ。

(1) 細胞膜の厚さはおよそ何 μm か、1つ選べ。

A. 0.01 B. 0.1 C. 1 D. 10 E. 100

(2) ポーマンのうでろ過された後に、原尿からほとんどすべて再吸収されて尿中に残らないものを1つ選べ。

- A. 尿素
- B. 血小板
- C. グルコース
- D. タンパク質
- E. クレアチニン
- F. ナトリウムイオン

(3) A型、B型、AB型、O型の血液型のそれぞれの血液に抗A抗体（凝集素 α ）を含む血清を混ぜたとき、凝集が起こるものをすべて選べ。

A. A型 B. B型 C. AB型 D. O型

(4) 細胞性免疫による反応を2つ選べ。

- A. スギ花粉症
- B. 血液凝固反応
- C. ツベルクリン反応
- D. 移植臓器の拒絶反応
- E. アナフィラキシーショック

(5) タンパク質とその機能の組み合わせとして適当なのはどれか、1つ選べ。

- A. チューブリン : モータータンパク質
- B. ミオシン : 水の輸送
- C. アクアポリン : 染色体を形成
- D. カドヘリン : 細胞接着
- E. ヒストン : 細胞間の情報伝達

(6) 真核生物の行う呼吸を「解糖系」、「クエン酸回路」、「電子伝達系」の3つの反応過程に分けたとき、ATPを消費するのはどれか、1つ選べ。

- A. 解糖系
- B. クエン酸回路
- C. 電子伝達系
- D. 解糖系とクエン酸回路
- E. 解糖系と電子伝達系
- F. クエン酸回路と電子伝達系

(7) 真核生物の行う呼吸を「解糖系」、「クエン酸回路」、「電子伝達系」の3つの反応過程に分けたとき、酸素がないと反応が停止する過程はどれか、1つ選べ。

- A. 解糖系
- B. クエン酸回路
- C. 電子伝達系
- D. 解糖系とクエン酸回路
- E. 解糖系と電子伝達系
- F. クエン酸回路と電子伝達系

(8) 生態系における窒素の循環について、正しいものを1つ選べ。

- A. 植物は、窒素同化を行うことができない。
- B. 一部の真核生物は、大気中の窒素ガスを直接利用できる。
- C. 窒素固定細菌は、硝酸塩を窒素ガスに変え、大気中に戻す。
- D. 窒素 (N) はタンパク質や核酸に含まれ、ATPには含まれない。
- E. 窒素固定を生体内で行うには、多くのエネルギー (ATP) を必要とする。

(9) 湖や海などにおいて発生する赤潮やアオコ (水の華) について、正しいものを2つ選べ。

- A. アオコが発生すると、水生植物などの生育が盛んになる。
- B. 赤潮の原因となるプランクトンが大量に死滅すると、水中の酸素が減少する。
- C. 赤潮は、窒素やリンなどの無機物が不足して濃度が低くなる貧栄養化によって起こる。
- D. 水中に排出された有機物は、細菌などによって窒素やリンを含む無機物に分解される。
- E. 富栄養化は人間活動によって引き起こされ、人間が介在しない環境ではみられない。

(10) ホイタッカーやマーグリスは、生物を①原核生物界、②原生生物界、③植物界、④菌界、⑤動物界という5つに分ける五界説を提案した。これに対し、ウーズは、rRNAの塩基配列の比較から、全生物を古細菌ドメイン、細菌ドメイン、真核生物ドメインの3ドメインに分ける説を提出した。3ドメイン説によると、五界説の①～⑤は3つのドメインのどれに分けられるか、1つ選べ。

- A. 古細菌ドメイン—① 細菌ドメイン—② 真核生物ドメイン—③④⑤
- B. 古細菌ドメイン—② 細菌ドメイン—① 真核生物ドメイン—③④⑤
- C. 古細菌ドメイン—① 細菌ドメイン—① 真核生物ドメイン—②③④⑤
- D. 古細菌ドメイン—② 細菌ドメイン—② 真核生物ドメイン—①③④⑤
- E. 古細菌ドメイン—④ 細菌ドメイン—①② 真核生物ドメイン—③⑤
- F. 古細菌ドメイン—① 細菌ドメイン—②④ 真核生物ドメイン—③⑤

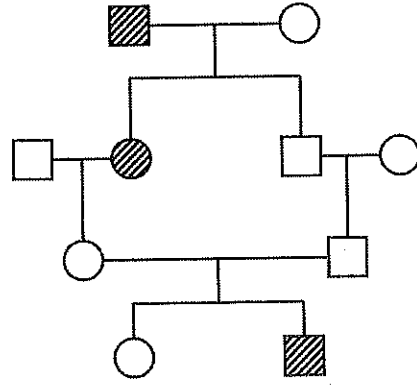
(11) 樹木には、細胞壁の木質化に関与するペルオキシダーゼという酵素が存在する。この酵素は一对の対立遺伝子 A, a によってつくられる2つの型があることが分かっている。いま、ある種の樹木の集団 3000 個体のそれぞれの遺伝子型を調べたところ、AA が 1800 個体、Aa が 600 個体、aa が 600 個体であった。この樹木の集団の対立遺伝子 A の遺伝子頻度を p, a の遺伝子頻度を q とし、 $p+q=1$ とした場合、p の値に最も近いのはどれか、1つ選べ。

- A. 0.2 B. 0.3 C. 0.4 D. 0.5 E. 0.6 F. 0.7 G. 0.8 H. 0.9

(12) 植物の受精について正しく述べた文章を 2つ選べ。

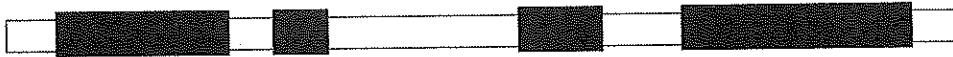
- A. 胚のう母細胞は減数分裂により4個の胚のう細胞となる。
- B. めしべには子房が存在し、その内部にある胚珠が将来の種子となる。
- C. 精細胞と受精した卵細胞は、さらに中央細胞と融合する重複受精を行う。
- D. 卵細胞、助細胞、反足細胞、中央細胞はすべて胚のうを構成する細胞である。
- E. 花粉内部に存在する雄原細胞が受粉後に分裂して精細胞と花粉管細胞になる。
- F. 受精後、胚乳細胞は細胞分裂を繰り返して胚となり、胚は胚柄、種皮に分化して種子になる。

(13) 右の図は、ある1つの対立遺伝子によって支配される、ある形質の遺伝を示した家系図である。以下のAからDのうち、正しいものを1つ選べ。家系図中の○は女性を、□は男性を示し、斜線で塗りつぶしたものはある遺伝形質が発現していることを示しているものとする。また、この遺伝の過程で原因遺伝子が突然変異で出現することはないものとする。

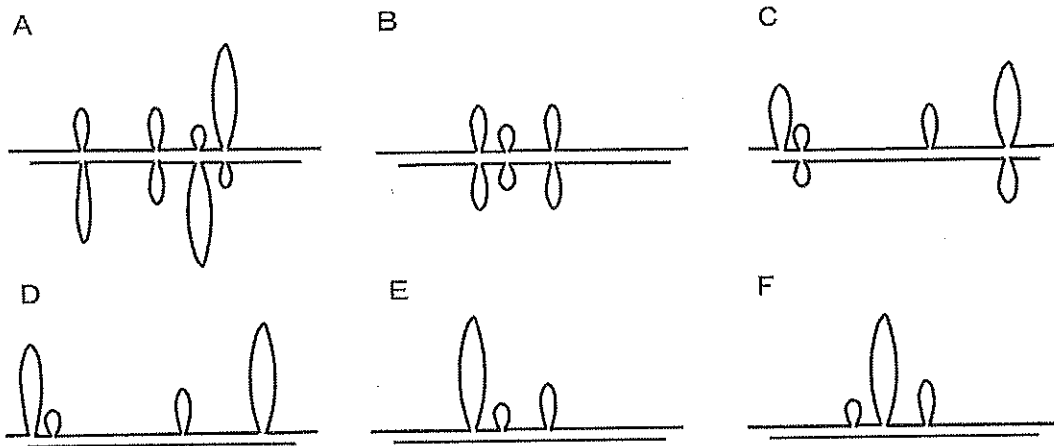


- A. この形質は、Y染色体上に遺伝子が存在する可能性がある。
- B. この形質は、常染色体上の優性遺伝子により遺伝する可能性がある。
- C. この形質は、常染色体上の劣性遺伝子により遺伝する可能性がある。
- D. この形質は、X染色体上の優性遺伝子により遺伝する可能性がある。

(14) マウスのある遺伝子は以下の図に示されるように、黒塗りの箱で図示した4つのエキソンがイントロンで分断されている。



この図に示した領域をすべて含む2本鎖DNA断片と、この遺伝子から転写されてできるmRNAとを試験管内で混合し、高温で2本鎖DNAをほぐした後、ゆっくり冷やしてmRNAとその相補的なDNA配列とを結合させた。このとき、どのような構造物が形成されると予想できるか。最適と思われるものを以下から1つ選べ。



(15) PCR 法により増幅した DNA 断片に含まれる遺伝子 A 全体をプラスミドに組み込みたい。用意した 5 種類の制限酵素は図 1 の塩基配列を認識して切断する。増幅した DNA 断片およびプラスミド上で制限酵素が認識する部位は図 2 と図 3 の通りである。

図 1

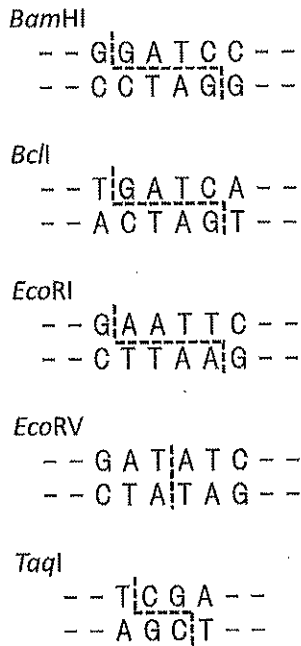


図 2

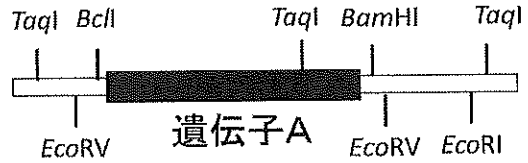
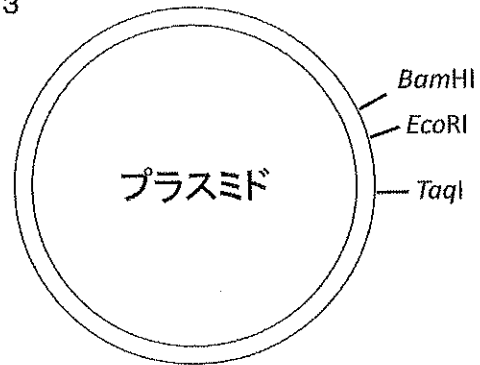


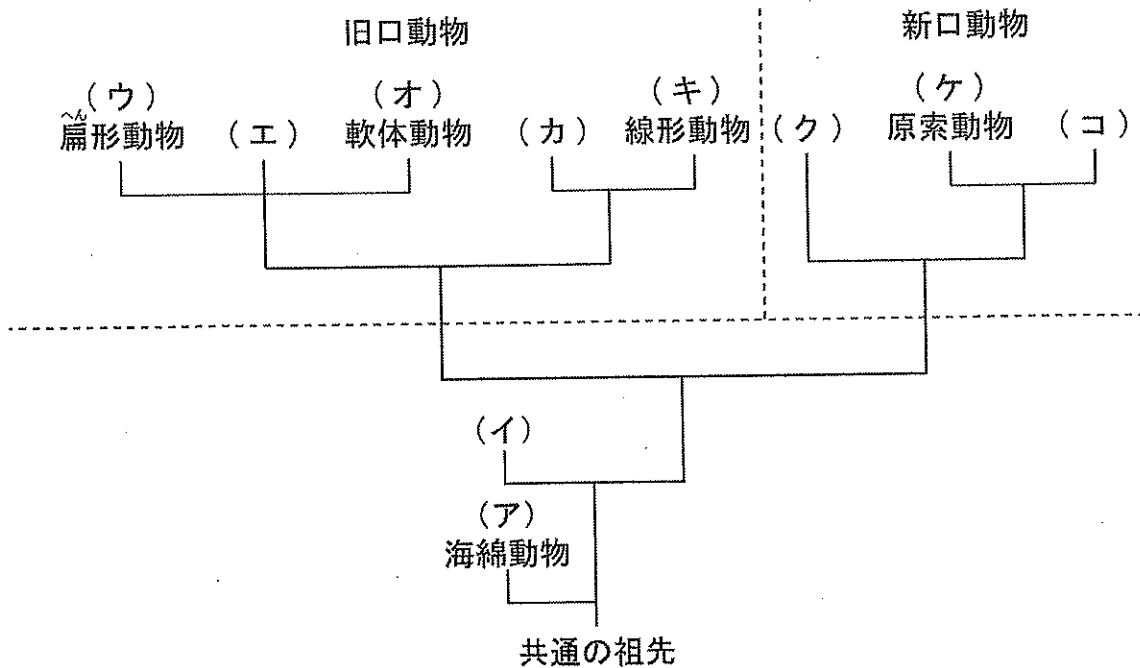
図 3



遺伝子 A をプラスミドに組み込むために必要な制限酵素を、以下からすべて選べ。

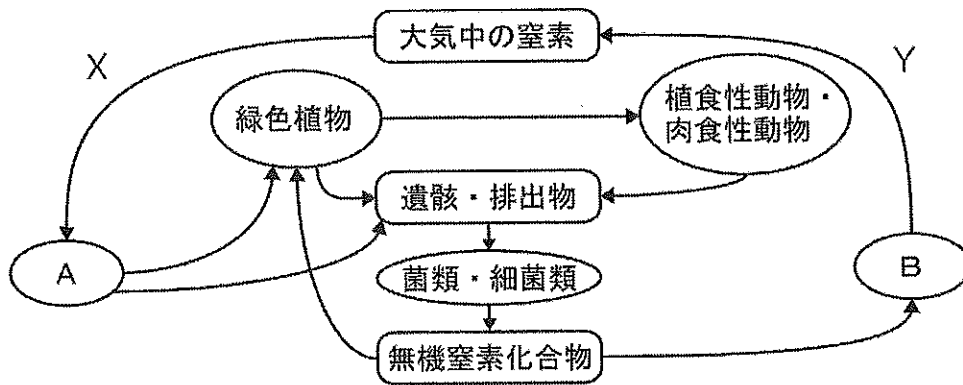
- A. *Bam*HI
- B. *Bcl*I
- C. *Eco*RI
- D. *Eco*RV
- E. *Taq*I

[問2] 次の図は、18S rRNA にもとづく動物界の系統を示したものである。(1)~(8)の問いに答えよ。



- (1) 下線部①について、RNA には rRNA のほかに、mRNA、tRNA などがある。rRNA、mRNA、tRNA をそれぞれ 40 字以内で説明せよ。
- (2) 図のように、生物が進化してきた道筋を、樹木状の形で描いたものを何というか。
- (3) 図の空欄イ、エ、カ、ク、コに入る動物群の名称を記せ。
- (4) 図のア~コのうち、発生過程において中胚葉が形成されず、内胚葉と外胚葉に由来する細胞からなる動物はどれか。すべて選び記号で答えよ。
- (5) 図の点線で左右に区切られた、旧口動物と新口動物の違いについて、40 字以内で説明せよ。
- (6) カ、キに共通する特徴で、ウ、エ、オには見られないものは何か、簡潔に記せ。
- (7) ケ、コに共通する特徴で、クには見られないものは何か、簡潔に記せ。
- (8) ウ、オ、ケに属する動物名をそれぞれ 1 つずつ挙げよ。

[問3] 次の図は、生態系における窒素 (N) の循環を模式的に示したものである。(1)～(8)の問いに答えよ。



(1) 以下から窒素 (N) を含む物質をすべて選び、記号で記せ。

- A. ATP B. DNA C. RNA
D. グルコース E. タンパク質 F. 尿素

(2) 図の空欄 A に当てはまる生物名を以下からすべて選び、記号で記せ。

- A. アオカビ B. アゾトバクター C. イトミミズ D. クロストリジウム
E. クロモ F. ネンジュモ G. 酵母菌 H. 根粒菌

(3) 図の空欄 A の生物群に共通する、細胞の構造上の特徴を簡潔に述べよ。

(4) 図の空欄 A の生物群には、ある植物に共生しているものがある。ある植物とは何か。

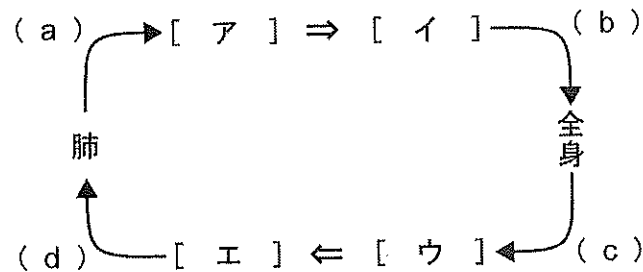
(5) 図の空欄 B に当てはまる生物の名称を記せ。

(6) 生物の遺骸・排出物が菌類・細菌類によって分解されてできる無機窒素化合物は、再び植物に利用される。この物質をイオン式で2つ記せ。

(7) 大気中の窒素は、生物によるはたらきのほかに、ある現象によって無機窒素化合物となり、緑色植物が利用できる形に変えられることがある。この現象は何か。

(8) 図の X, Y が示す作用の名称を記せ。

[問 4] 以下の図は、心臓を中心としたヒトの血液の循環を模式的に示している。→は体内での血液循環を示し、⇒は心臓内での血液の移動を示す。この図を元に、以下の(1)~(4)の問いに答えよ。



(1) 図の空欄ア~エに入る適切な名称を、下の語群より選んで答えよ。

【語群】 左心室, 左心房, 右心室, 右心房

(2) 体内を循環する血液中の酸素濃度は、血管の種類によって異なることが知られている。図中の(a)~(d)に示した血管内の血液に含まれる酸素濃度について述べた以下の文章のうち正しいものを2つ選び、記号で記せ。

- A. (a)の酸素濃度は(c)よりも低い。
- B. (a)の酸素濃度は(b)よりも高い。
- C. (c)の酸素濃度は(a)よりも低い。
- D. (d)の酸素濃度は(a)よりも高い。
- E. (d)の酸素濃度は(b)よりも高い。

(3) ヒトを含む脊椎動物の循環系は閉鎖循環系とよばれている。一方で、昆虫に代表される節足動物の循環系は開放血管系である。開放血管系の特徴を答えよ。

(4) ヒトの心臓は2心房2心室であるが、同じ脊椎動物でも魚類の心臓は異なる形態を持つことが知られている。コイや金魚などの魚類は肺を持たず「えら」を持っている。図にならって、魚類の血液循環を模式的に示す図を作れ。ただし、図中には以下の語を入れること。

【入れる語】 心房, 心室, えら, 全身

〔問 5〕以下の I, II の文を読み, (1)~(6)の問いに答えよ。

I. 動物発生の初期段階では, 受精卵は^(a)卵割とよばれる体細胞分裂を連続して起こして, 細胞数を増やしていく。卵内で核が存在し, ^(b)減数分裂による極体が生じる側は(ア)とよばれ, 逆側は(イ)とよばれている。また, 卵は内部に蓄積されている卵黄の量や分布の違いによって分類され, ウニやヒトは(ウ), 両生類は(エ), ^(c)ショウジョウバエのような昆虫類は(オ)とよばれている。

両生類の一種, アフリカツメガエルでは, 第一卵割は, (ア)と(イ)を結ぶ面で起こる。両生類卵の多くでは, 受精後, 第一卵割までに灰色三日月環が現れるが, 第一卵割面はこの灰色三日月環を分割するように入る。第二卵割は第一卵割面と直交する面で起こる。第三卵割は(ア)と(イ)を結ぶ線に^(d)_____起こる。

(1) 文中の空欄(ア)から(オ)にあてはまる適当な語を答えよ。

(2) 下線部(a)に関して述べた以下の文章より誤っているものを1つ選び, 記号で記せ。

- A. 卵割が進行すると卵割腔が生じる。
- B. 間期において, 割球は大きくなる。
- C. S 期において DNA 複製は起こらない。
- D. 通常の体細胞分裂よりも細胞周期が短い。

(3) 下線部(b)に関連して, ある動物の受精卵を観察すると, 極体が 3 個観察できた。なぜ極体が 3 個あると考えられるか, 90 字以内で答えよ。

(4) 下線部(c)に関連して, ショウジョウバエ卵の卵割の特徴を 40 字以内で答えよ。

(5) 下線部(d)に関して, 第三卵割の説明を完成するように適当な文章を答えよ。

II. アフリカツメガエルの第二卵割終了後, つまり 4 細胞期の胚を第一卵割面, または第二卵割面で二分する実験を行った。すると, どちらの卵割面で分割するかによって異なる結果となった。その結果は, 「どちらの半分もほぼ正常に発生する」と, 「どちらの半分もほとんど正常に発生しない」であった。

(6) 分割した半分が正常に発生する結果となったのはどちらの卵割面で分割した場合か, 理由とともに 100 字以内で答えよ。

〔問 6〕 以下の I, II の文を読み, (1)~(3)の問いに答えよ。ただし I, II の同じ数字の空欄には同じ語句が入るものとする。

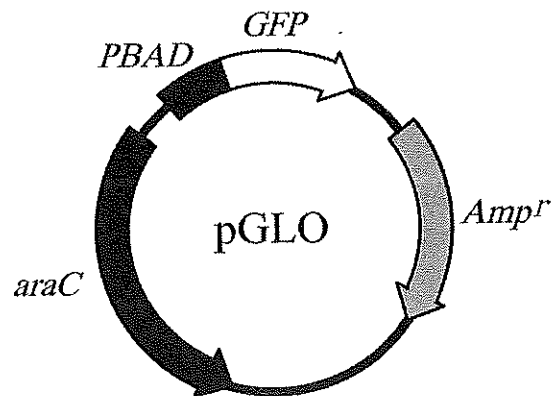
I. 大腸菌は生育にグルコースを必要とするが, グルコースが培地にない状態でも, ラクトースがあれば, (a)ラクトースの代謝と輸送に必要な3つの酵素 (β -ガラクトシダーゼ, ラクトース輸送体, β -ガラクトシドアセチルトランスフェラーゼ) を合成し, ラクトースを分解してグルコースを作ることができる。これらの3つの酵素をコードする遺伝子は隣接して存在し, *lac* オペロンとよばれており, オペロンの発現誘導は次のように行われる。培地中のラクトースが代謝されてできた産物が [1] に結合すると, [1] が [2] 配列に結合できなくなる。すると遺伝子発現の抑制が解除され, DNA 上の [3] 領域に結合した RNA ポリメラーゼが転写を開始する。このとき, ラクトースの代わりに, その類似物質である (b)IPTG (イソプロピルチオガラクトシド) で発現を誘導することもできる。IPTG は *lac* オペロンの誘導物質であるが, β -ガラクトシダーゼの基質にはならない。

(1) [1] ~ [3] の空欄を埋めよ。

(2) 下線部(a)の3つの酵素を大量に精製するために, *lac* オペロンの [3] 領域から3つの酵素の遺伝子までの領域をタンパク質発現ベクターにクローニングして大腸菌に導入して発現を誘導させた。このとき, ラクトースではなく下線部(b)のように IPTG を培地に加えて大腸菌を培養した。発現誘導にラクトースではなく IPTG を用いる理由は何か。100字以内で説明せよ。

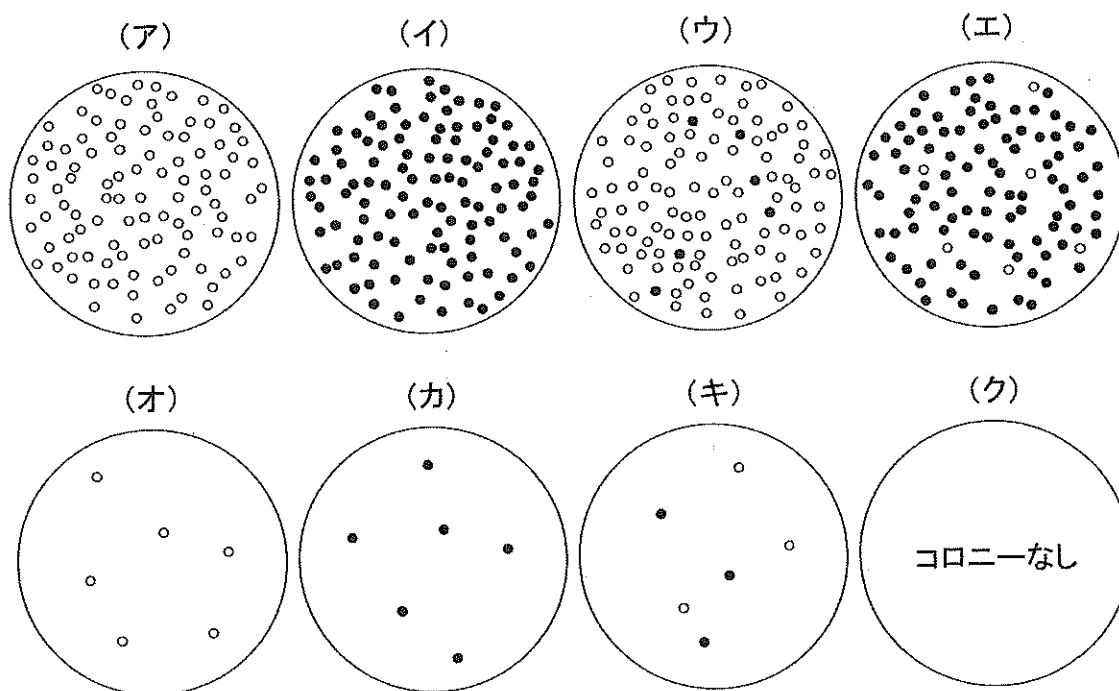
II. 大腸菌で五炭糖アラビノースの利用に関係する酵素群をコードする *ara* オペロンは, グルコースが存在せずアラビノースが存在するときに限って発現する。オペロンの発現は AraC とよばれるタンパク質によって制御されている。(c)アラビノースが存在しない時には AraC は [1] として *ara* オペロンの調節領域に結合して転写を抑制するが, アラビノースと結合した AraC は活性化因子として転写を活性化する。AraC をコードする遺伝子 *araC* が欠失すると, *ara* オペロンはアラビノース存在下でも発現しない。

右図に示した, ベクターとして用いるプラスミド pGLO が大腸菌に導入されると, *Amp^r* からはアンピシリンを分解する酵素が, *araC* からは AraC タンパク質がそれぞれ発現する。また *GFP* 遺伝子はオワンクラゲ由来の緑色蛍光タンパク質 GFP を *PBAD* 領域による制御下で発現する。*PBAD* 領域には, *ara* オペロンの調節領域から [3] 領域までが含まれている。



(3) AraC をコードする遺伝子が欠失した大腸菌に pGLO を導入する処理を行い、下の表に示した寒天培地 A~F で、処理した大腸菌を同じ量ずつ培養してコロニーを形成させた。コロニー形成後に紫外線 (UV ランプ) を照射すると、GFP を発現しているコロニーは緑色蛍光を発する。培地 A で培養すると、下の(ア)のようにコロニーを形成した。培地 B~F で培養した際のコロニーを模式的に示しているものを下の(ア)~(ク)からそれぞれ選べ。ただし、処理した大腸菌のすべてに pGLO が導入されるわけではない。

培地	A	B	C	D	E	F
アンピシリン	-	+	-	-	+	+
アラビノース	-	-	+	+	+	+
グルコース	+	+	+	-	+	-



(ア)~(エ)では実際にはこれよりさらに多くのコロニーが出現する。

UVランプを照射すると緑色蛍光を発するコロニーは●、蛍光を発しないコロニーは○で模式的に示してある。