

生物基礎・生物

(全問必答)

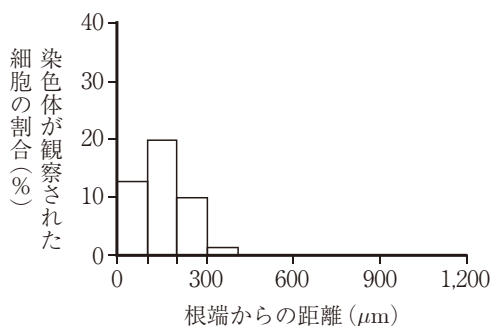
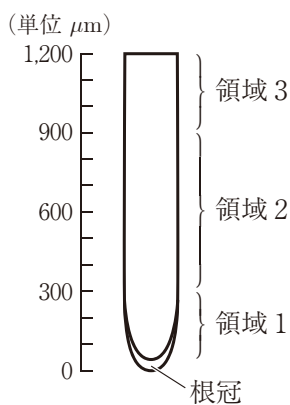
第1問 植物の成長や反応に関する次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 11〕 (配点 25)

多くの陸上植物は明確に、ア 区別できる根、茎、葉をもつ。そして茎頂や根端に存在する分裂組織によってからだを伸長させることで、地上に降り注ぐ、イ 光を受容しやすくなり、土壌中に含まれる水や、ウ 栄養塩類をより広い範囲から吸収できるようになる。

図1はある植物の根と根端からの距離を示したもので、この根を細胞の特徴から大まかに根冠、領域1、領域2、領域3の四つに分けることができる。そこで、この根を薄く縦断した切片を作成し、酢酸カーミンで染色した後、光学顕微鏡で観察して染色体が観察できる細胞を数えた。さらに、領域1～3の細胞の大きさを測定した。

図2、3はその結果で、図2は根端からの距離と、エ 染色体がはっきりと観察できた細胞の割合(%)との関係を、図3は根端からの距離と細胞の長径の関係をまとめた。



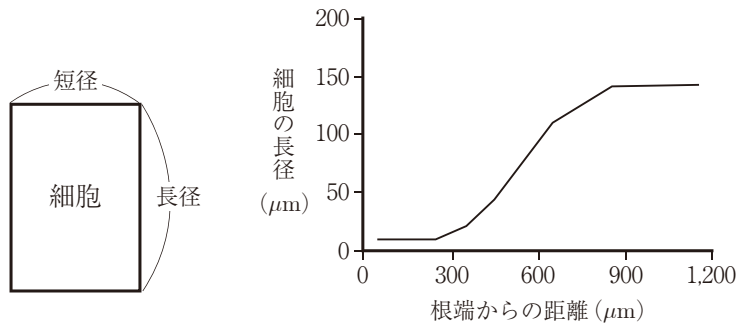


図 3

問1 下線部アの特徴をもつ陸上植物として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ゼニゴケ
- ② シヤジクモ
- ③ ハネケイソウ
- ④ イヌワラビ
- ⑤ アゾトバクター

問2 下線部イの光は、光合成、発芽、花芽形成、光屈性などを引き起こすはたらきをもつ。その一つである、マカラスムギの幼葉鞘における光屈性について、次の問い(1)～(3)に答えよ。

(1) この反応を引き起こす光受容体として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① フォトリピン
- ② クロロフィル
- ③ フィトクロム
- ④ クリプトクロム
- ⑤ ブラシノステロイド

(2) この光屈性を引き起こす光の波長(色)として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 紫外線
- ② 青色光
- ③ 緑色光
- ④ 黄色光
- ⑤ 赤色光
- ⑥ 遠赤色光

生物基礎・生物

(3) 光屈性は光受容体が光を受容して、幼葉鞘の先端部にある細胞の細胞膜上でオーキシンの排出輸送体の分布が変化することで起こる。光が当たる前に比べて、オーキシン排出輸送体の数が増えるのは、図4に示した細胞の細胞膜のうちいずれの側と考えられるか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 4

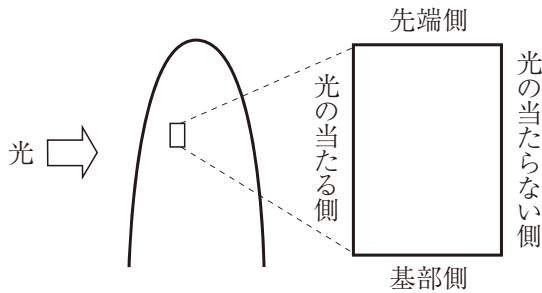


図4 幼葉鞘の先端とそれを構成する細胞

- | | |
|----------|------------|
| ① 光の当たる側 | ② 先端側 |
| ③ 基部側 | ④ 光の当たらない側 |

問3 下線部ウの栄養塩類の一つに硝酸イオンがある。硝酸イオンは植物の根から吸収されて、さまざまな有機窒素化合物の合成に用いられる。次にあげた物質①～⑤のうちから、**有機窒素化合物でないもの**を一つ選べ。 5

- | | | |
|---------|------------|-------|
| ① セルロース | ② PINタンパク質 | ③ DNA |
| ④ ATP | ⑤ クロロフィル | |

問4 下線部工の細胞の一つに図5に示した細胞がみられた。この図5では染色体が細胞の両極に観察でき、両極の染色体を合わせると全部で32本の染色体が観察できた。次の問い(1)～(3)に答えよ。

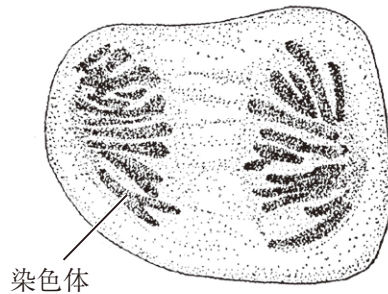


図 5

(1) 図5は細胞周期の何期に観察できるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 期

- | | |
|--------------|-----------------------------|
| ① S (DNA 合成) | ② G ₁ (DNA 合成準備) |
| ③ M (分裂) | ④ G ₂ (分裂準備) |

(2) 図5で観察できる染色体を構成するタンパク質と、染色体の移動に関与するタンパク質として最も適当なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

染色体を構成するタンパク質

染色体の移動に関与するタンパク質

- | | | |
|----------|--------|---------|
| ① チューブリン | ② ミオシン | ③ コラーゲン |
| ④ カドヘリン | ⑤ ヒストン | ⑥ コーディン |

生物基礎・生物

- (3) 生物は種によって異なる染色体数をもっている。生物と染色体数を示した次の①～⑤のうちから、図5の細胞をもつ生物として最も適当なものを一つ選べ。

9

- ① ソラマメ, 12本 ② タマネギ, 16本 ③ イネ, 24本
④ ミミズ, 32本 ⑤ ウマ, 64本

- 問5 図1～3を参考に、領域1～3は植物の根の伸長成長にどのように関与していると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

10

- ① 領域1は根端が土の中で伸長するときに受ける機械的な障害から根を保護する役割で、伸長には関与しない。
- ② 領域1では分裂していない細胞よりも分裂している細胞の方が多く、細胞数を増やすことで伸長に関与している。
- ③ 領域2に含まれる細胞は領域3に近い細胞ほど細胞の大きさを増し、根の伸長に関与している。
- ④ 領域2に含まれる細胞は、細胞の成長ではなく細胞分裂で細胞の数を増し、根の伸長に関与している。
- ⑤ 領域3に含まれる細胞は伸長速度が領域1, 2に比べて大きく、細胞が大きく成長することで、根の伸長に関与している。
- ⑥ 領域3に含まれる細胞は盛んに分裂することで細胞数を増やし、根の伸長に関与している。

問 6 この観察に用いた植物の根の表面に、図 6 に示したような等間隔の印をつけた。この根の根冠を下向き固定し、乾燥しないように温室中で成長させたところ、印は消えることなく、根の成長後にも観察することができた。このとき、印の位置はどのように変化していると考えられるか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 11

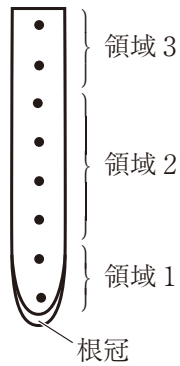
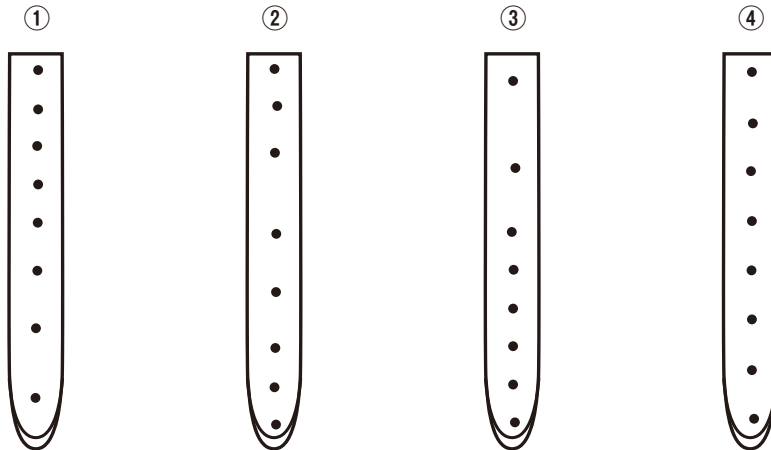


図 6



第2問 酵母の物質代謝に関する次の文章を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

酵母はパンの発酵や酒の醸造などに用いられており、人類にはなじみ深い生物の一つである。酵母にはさまざまな種類があるが、代表的なものとしてア *Saccharomyces cerevisiae* (以下、酵母Sとする) が知られている。これは 界に分類される 生物で、おもにヒドラと同様な によって増殖する。

酵母Sはグルコースを呼吸基質として呼吸やアルコール発酵を行い、その過程で得られたエネルギーを増殖に用いている。グルコースを用いた呼吸では、グルコースが と にまで分解される。一方、アルコール発酵ではグルコースが とエタノールに分解される。生物の多くはエタノールに耐性はないが、酵母Sはエタノールに耐性をもっているため、エタノール中でも増殖することができる。

一般に、酵母は嫌気(酸素のない)条件下ではアルコール発酵のみを行うが、酵母Sは好気(酸素のある)条件下でもアルコール発酵を行うことができ、グルコース濃度によって呼吸と発酵の割合を変えている。たとえば、グルコース濃度を濃度G1、濃度G2、濃度G3 ($G1 < G2 < G3$) のいずれかに設定し、好気条件下で酵母Sを培養すると、表1の結果が得られた。

表 1

グルコース濃度	結果
濃度G1	O ₂ の消費量とCO ₂ の発生量は同じであった。
濃度G2	CO ₂ の発生量はO ₂ の消費量の2倍であった。
濃度G3	O ₂ の消費量は280mL、CO ₂ の発生量は620mLであった。

問1 下線部アで示した学名では、二つの名前が並記される。種小名と共に並記される名称はどの分類階級を示すものか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 目 ② 綱 ③ 属 ④ 科 ⑤ ドメイン

問2 前ページ文章中の **イ** に入る界の名称として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **2** 界

- ① 植物 ② 動物 ③ 原生生物
④ 菌 ⑤ 原核生物(モネラ)

問3 前ページ文章中の **ウ**・**エ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **3**

- | | ウ | エ |
|---|-----|------|
| ① | 単細胞 | 栄養生殖 |
| ② | 単細胞 | 出芽 |
| ③ | 単細胞 | 受精 |
| ④ | 多細胞 | 栄養生殖 |
| ⑤ | 多細胞 | 出芽 |
| ⑥ | 多細胞 | 受精 |

問4 前ページ文章中の **オ**～**キ** に入る物質名の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

- | | オ | カ | キ |
|---|-------|-------|-------|
| ① | 酸素 | 水 | 二酸化炭素 |
| ② | 酸素 | 水 | ピルビン酸 |
| ③ | 酸素 | 二酸化炭素 | 二酸化炭素 |
| ④ | 酸素 | 二酸化炭素 | ピルビン酸 |
| ⑤ | 二酸化炭素 | 水 | 二酸化炭素 |
| ⑥ | 二酸化炭素 | 水 | ピルビン酸 |

生物基礎・生物

問5 表1の結果から推定できることとして適当なものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

5

6

- ① 濃度G1で酵母Sは呼吸をしていない。
- ② 濃度G1で酵母Sはアルコール発酵をしていない。
- ③ 濃度G2で酵母Sは呼吸をしていない。
- ④ 濃度G2で酵母Sはアルコール発酵をしていない。
- ⑤ 濃度G2で酵母Sが呼吸で放出した二酸化炭素量は、アルコール発酵で放出した量の2倍である。
- ⑥ 濃度G3で酵母Sが呼吸で放出した二酸化炭素量は、アルコール発酵で放出した量のおよそ1.2倍である。
- ⑦ 濃度G3で酵母Sが呼吸で放出した二酸化炭素量は、アルコール発酵で放出した量とほぼ同じである。
- ⑧ 濃度G3で酵母Sが呼吸で放出した二酸化炭素量は、アルコール発酵で放出した量のおよそ0.8倍である。

問6 表1のグルコース濃度G3において、酵母Sが呼吸で消費したグルコース量と発酵で消費したグルコース量はそれぞれ何gか。最も適当なものを、下の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、1モルの気体が占める体積を22,400mLとし、原子量はH=1, C=12, O=16とする。

呼吸で消費したグルコース量 g

発酵で消費したグルコース量 g

- ① 0 ② 0.4 ③ 0.9 ④ 1.4
- ⑤ 1.7 ⑥ 2.5 ⑦ 5.0

問7 好気条件下で酵母Sが表1にみられるような代謝を行うことは、酵母Sにとってどのような利点があると考えられるか。次の(ア)～(ウ)の中から正しいものを過不足なく含むものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 9

(ア) 実験に用いたグルコース濃度の範囲内では、培地のグルコース濃度が高くなるほど、ATPを生成する反応に占める発酵の割合が増えるので、他の微生物の増殖を抑制しながら増殖できる。

(イ) 実験に用いたグルコース濃度の範囲内では、培地のグルコース濃度が低くなるほど、同じ量のATPを生成するのに必要なグルコース量が少なくてすむ。

(ウ) 実験に用いたグルコース濃度の範囲内では、培地のグルコース濃度が低くなるほど、同じ量のATPを生成するのに必要な酸素量が少なくてすむ。

① (ア)

② (イ)

③ (ウ)

④ (ア), (イ)

⑤ (ア), (ウ)

⑥ (イ), (ウ)

⑦ (ア), (イ), (ウ)

第3問 植生の遷移に関する次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

火山の噴火で溶岩が流れでて形成された裸地は、ア植物にとって厳しい環境である。そのため、多くの場合、ススキやイタドリなどが侵入するが、場所によっては地衣類やコケ植物が侵入することもある。やがて溶岩が風化して、イ植物の遺骸が堆積していくことで土壌が形成される。そして、木本植物の侵入が可能になり、薄い土壌でも生育できるウヤシャブシなどが侵入してくる。次に草本や低木の間アカマツやミズキなどの高木性の陽樹が侵入し、森林が形成される。すると、アカマツなどの幼木は育たなくなるが、シイ類やカシ類などの幼木は育つことができるので、しだいにアカマツやシイ類などの混交林になる。やがて林冠を占めるアカマツなどが枯れて、エシイ類やカシ類などの極相樹種が優占する森林になっていき、オ森林の樹種は安定した状態が維持されるようになる。

問1 下線部アの厳しい環境として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 地表の温度変化が激しい。
- ② 植物が利用できる栄養塩類が乏しい。
- ③ 地表が乾燥している。
- ④ 地表の明るさが乏しい。

問2 下線部イで示されたような、生物が環境に影響を与えるはたらきを何というか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 環境形成作用 ② 富栄養化 ③ 作用
- ④ 相観 ⑤ 自然選択

問3 下線部ウのヤシャブシについて次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) ヤシャブシのように遷移の初期に現れる植物を何というか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 外来種 ② 先駆樹種 ③ 優占種
 ④ 雑種 ⑤ 絶滅危惧種

(2) ヤシャブシが遷移の初期に生育できるのは、ある生物と共生しているからである。その生物のはたらきとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① 土壌中の亜硝酸イオンを硝酸イオンに変えるはたらきをもつ。
 ② 土壌中のアンモニウムイオンを亜硝酸に変えるはたらきをもつ。
 ③ 空気中の窒素をアンモニウムイオンに変えるはたらきをもつ。
 ④ 土壌中の有機窒素化合物を無機窒素化合物に変えるはたらきをもつ。
 ⑤ 土壌中のアンモニウムイオンを空気中の窒素に変えるはたらきをもつ。

問4 下線部エは、温帯の中でも比較的年平均気温が高い暖温帯で極相を構成する樹種である。日本の温帯の中で、これよりも年平均気温が低い冷温帯で成立する極相樹種の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

5

- ① トウヒ, モミ ② ヒルギ, チーク
 ③ オリーブ, コルクガシ ④ タブノキ, カラマツ
 ⑤ ブナ, ミズナラ

生物基礎・生物

問5 混交林が成立した後、下線部オのように森林の樹種が安定した状態になるまでには、植物の種類が減少していく。次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) 植物の種類が減少する原因として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 空気中の二酸化炭素量が減少する。
- ② 土壤に含まれる有機物が減少する。
- ③ 土壤に含まれる水分が不足する。
- ④ 台風で樹木が倒れる。
- ⑤ 林内に届く光の量が減少する。

(2) 安定した森林でも、多くの場合、多様性が保たれている。森林の多様性を保つ上で関係の深い語を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- ① 競争的排除 ② 近交弱勢 ③ 自然浄化
- ④ 温室効果 ⑤ ギャップ

問6 図1は森林が遷移する時間(年数)に伴う物質量の変化を示したモデルである。
次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) 図1のA, B, Cの物質量を示す語として最も適当な組合せを, 下の①~⑥のうちから一つ選べ。 8

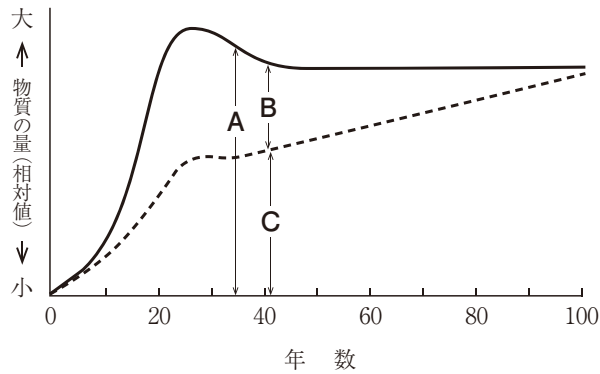


図 1

- | | A | B | C |
|---|------|------|------|
| ① | 現存量 | 純生産量 | 呼吸量 |
| ② | 現存量 | 呼吸量 | 純生産量 |
| ③ | 総生産量 | 純生産量 | 呼吸量 |
| ④ | 総生産量 | 現存量 | 純生産量 |
| ⑤ | 純生産量 | 現存量 | 呼吸量 |
| ⑥ | 純生産量 | 呼吸量 | 現存量 |

生物基礎・生物

(2) 図1のBはおよそ30年後から100年後にかけてだんだんと減少していく。その理由として適当なものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

9

10

- ① 葉が老齢化していくことで、光合成量が低下するから。
- ② 森林に生息する動物数が増え、被食量が増加するから。
- ③ 森林が老齢化して、枯死量が増加するから。
- ④ 森林内への光量が低下していき、光合成量が低下するから。
- ⑤ 分解者が減少し、土壌から供給される栄養塩類が減少するから。
- ⑥ 幹や根などが成長し、光合成産物の多くを消費していくから。
- ⑦ 森林を構成する高木の補償点が高くなっていくから。
- ⑧ 森林が生育するのに厳しい季節になると、全ての葉を落としてしまうから。

第4問 遺伝子の発現調節に関する次の文章を読み、各問い(問1～8)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

多細胞生物のからだは、一つの細胞である受精卵が分裂を繰り返しながら増殖して作られたものである。そのため、からだを構成するさまざまな細胞も受精卵と同じ遺伝情報をもっている。これをアフリカツメガエルを用いた実験によって示したのはイギリスのガードンであった。

ヒトのからだを構成する350種類におよぶ細胞も受精卵と同じ遺伝子をもっており、遺伝子である DNA は RNA に転写され、さらに RNA はタンパク質に翻訳される。これらの細胞には ATP 合成反応を触媒する酵素タンパク質の遺伝子のように、どの細胞でも共通して発現している遺伝子がある。その一方で、ヒトの細胞は特定の形や機能をもつ細胞に分化しており、細胞特有のタンパク質を合成するための遺伝子が発現している。たとえば、網膜上に像を結ぶように厚みを変える水晶体はクリスタリン、収縮・弛緩を繰り返す筋細胞は 、血糖濃度を調節するランゲルハンス島のB細胞は といったタンパク質を盛んに合成することで、専門的な機能を示している。このように細胞は同じ遺伝情報をもっていて、どの細胞でも常に発現している遺伝子もあれば、発生段階、個体内での細胞をとりまく環境や位置などによって発現を促進したり、抑制したりしている遺伝子もある。

このような遺伝子の発現調節に関して、細菌では大きく二つのモデルが考えられ、その二つのモデルを図1、図2に示した。これらのモデルではDNAに領域A～Fがあり、領域Aが転写・翻訳されるとタンパク質Aができ、これは領域Cに結合する。この結果、領域D～Fで示された酵素などの遺伝子の発現がまとめて調節される。たとえば、図1のモデル1では、タンパク質Aが転写抑制因子として領域Cに結合し、領域D～Fの転写を抑制する。一方、図2のモデル2では、タンパク質Aが転写活性化因子として領域Cに結合し、領域D～Fの転写を促進する。転写は領域Bで示された に が結合することによって起こる。

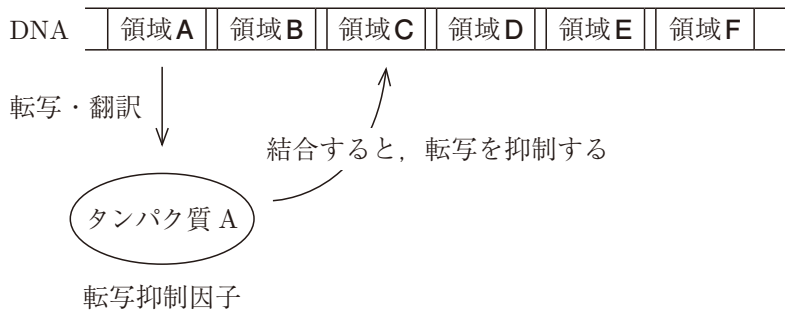


図 1 モデル 1

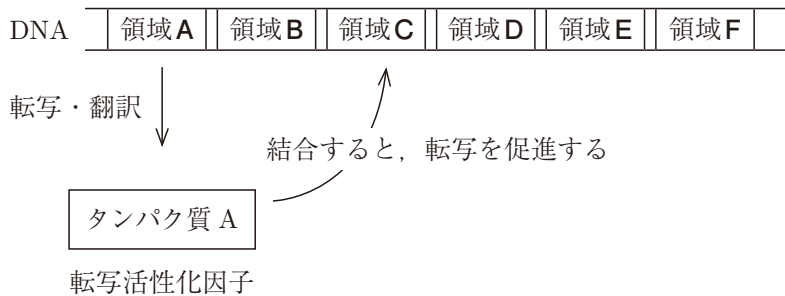


図 2 モデル 2

モデル1の仕組みをもつ大腸菌X株と、モデル2の仕組みをもつ大腸菌Y株を用意した。いずれの株もタンパク質Aが特定の物質(シグナル分子)と結合することによって、初めて領域Cに結合できるようになるならば、大腸菌X株の領域D～Fは、シグナル分子がないときには $\begin{matrix} \text{ } \\ \text{ } \end{matrix}$ {転写される, 転写されない}が、シグナル分子が添加されると $\begin{matrix} \text{ } \\ \text{ } \end{matrix}$ {転写される, 転写されない}。一方、大腸菌Y株の領域D～Fは、シグナル分子がないときは $\begin{matrix} \text{ } \\ \text{ } \end{matrix}$ {転写される, 転写されない}が、シグナル分子が添加されると $\begin{matrix} \text{ } \\ \text{ } \end{matrix}$ {転写される, 転写されない}。

生物基礎・生物

問1 下線部アの実験として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

1

- ① 小腸の上皮細胞から取り出した核を、紫外線を照射した未受精卵に移植すると、正常な幼生にまで発生するものがあった。
- ② 初期原腸胚の原口背唇部を切り取り、別の同じ時期の腹側赤道部に移植したところ、二次胚が得られた。
- ③ 胞胚期の動物極側の細胞を植物極側の細胞と組み合わせて培養すると、それぞれを単独培養したときには生じなかった中胚葉が、動物極側の細胞から分化した。
- ④ 初期原腸胚から予定神経域を切り取り、予定表皮域に移植すると、移植片は表皮へと分化した。
- ⑤ 胞胚の胚表面のうち、予定される原口の背側を色素で染めたのちに発生させると、脊索を構成する部位が染色された。

問2 下線部イのように、遺伝情報が一方向に流れることを何というか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

2

- ① セントラルドグマ
- ② マトリックス
- ③ シャルガフの規則
- ④ オーガナイザー
- ⑤ フィードバック

問3 下線部ウのATPはリン酸、リボース、アデニンで構成されている。これらのATPを構成する物質はどのような順序で結合しているか。その結合順序として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、*は分解されるとき大きなエネルギーを放出する結合を示している。

3

- ① リボース－アデニン*リン酸*リン酸*リン酸
- ② リボース－アデニン－リン酸*リン酸*リン酸
- ③ リボース－アデニン－リン酸－リン酸*リン酸
- ④ アデニン－リボース*リン酸*リン酸*リン酸
- ⑤ アデニン－リボース－リン酸*リン酸*リン酸
- ⑥ アデニン－リボース－リン酸－リン酸*リン酸

問4 44ページ文章中の **エ**・**オ** のタンパク質として最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。エ **4** オ **5**

- | | | |
|---------|--------|---------|
| ① ヒストン | ② アクチン | ③ インスリン |
| ④ カドヘリン | ⑤ オプシン | ⑥ ケラチン |

問5 44ページ文章中の **カ** に入る特定の塩基配列を何と呼ぶか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **6**

- | | | |
|----------|----------|--------|
| ① プロモーター | ② リプレッサー | ③ オペロン |
| ④ イントロン | ⑤ プラスミド | |

問6 44ページ文章中の **キ** に入る酵素は何か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **7**

- | | | |
|-------------|-------------|--------|
| ① プライマー | ② DNAリガーゼ | ③ 制限酵素 |
| ④ DNAポリメラーゼ | ⑤ RNAポリメラーゼ | |

問7 45ページ文章中のク～サの{ }中の語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **8**

- | | ク | ケ | コ | サ |
|---|--------|--------|--------|--------|
| ① | 転写される | 転写されない | 転写される | 転写されない |
| ② | 転写される | 転写されない | 転写されない | 転写される |
| ③ | 転写されない | 転写される | 転写される | 転写されない |
| ④ | 転写されない | 転写される | 転写されない | 転写される |

問8 大腸菌Z株のDNAにも領域A～Fがあり、シグナル分子の有無によって大腸菌X株と同様な転写活性調節を行った。この大腸菌Z株はモデル1と同じ調節の仕組みをもつとも考えられるが、一方、タンパク質Aが転写活性化因子としてはたらし、シグナル分子によりタンパク質Aが領域Cへ結合できなくなる新たなモデル(モデル3)の可能性も考えられた。そこで、大腸菌Zにおいて、DNAの領域Aを突然変異させた突然変異株のZ'株を作成し、シグナル分子の有無によって領域D～Fの転写調節が起こるか、起こらないかを調べた。その結果として考えられる最も適当なものを、下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、突然変異Z'株は、DNA領域Aの変異によってタンパク質Aが領域Cへ結合できなくなるが、それ以外の変化はみられなかった。

Z株がモデル1の調節を行っている場合

9

Z株がモデル3の調節を行っている場合

10

シグナル分子を添加しない場合

- ① Z'株では転写は起こる
- ② Z'株では転写は起こる
- ③ Z'株では転写は起こらない
- ④ Z'株では転写は起こらない

シグナル分子を添加する場合

- Z'株では転写は起こる
- Z'株では転写は起こらない
- Z'株では転写は起こる
- Z'株では転写は起こらない