

生 物

(解答番号 ~)

〔 I 〕 遺伝子の発現や変化に関して、問1および問2に答えなさい。

(解答番号 ~) (33点)

問1 大腸菌の遺伝子が発現する様子に関して、次の文章を読み、(1)~(5)に答えなさい。(解答番号 ~)

図1は、大腸菌の遺伝子の発現の様子を電子顕微鏡で撮影した写真を描き写したものである。図1中には、真核生物の遺伝子の発現と共通する特徴も、異なる特徴もみられる。ただし、図1中には、1つのタンパク質の情報をもつ遺伝子だけが含まれているものとする。

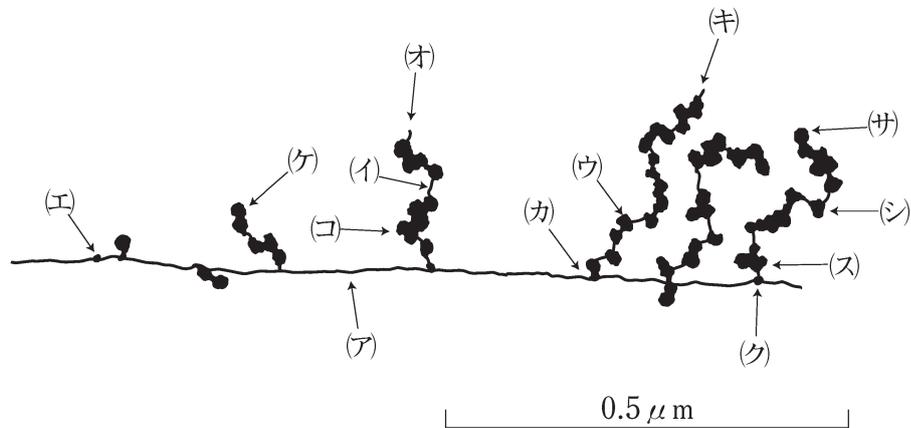


図1

生 物

- (1) 次の a～f のうち、図 1 中の(ア)～(ウ)の構造を説明した正しい記述をすべて含む組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～⑱のうちから 1 つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。

(解答番号 ～)

(ア) . . .

(イ) . . .

(ウ) . . .

- a ヌクレオチドが基本単位である。
- b 生体膜構造をもつ。
- c 顆粒状構造である。
- d DNA ポリメラーゼによって合成される。
- e RNA ポリメラーゼによって合成される。
- f タンパク質を含んでいる。

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① a, b | ② a, c | ③ a, d | ④ a, e |
| ⑤ a, f | ⑥ b, c | ⑦ b, d | ⑧ b, e |
| ⑨ b, f | ⑩ c, d | ⑪ c, e | ⑫ c, f |
| ⑬ d, e | ⑭ d, f | ⑮ e, f | ⑯ a, b, c |
| ⑰ b, c, d | ⑱ c, d, e | ⑲ d, e, f | |

- (2) 図 1 中の(エ)～(ク)の部分には、遺伝子のはじまりと終わりに相当する部分が含まれている。DNA 上の遺伝子のはじまりに相当する部分として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから 1 つ選びなさい。

(解答番号)

- ① (エ) ② (オ) ③ (カ) ④ (キ) ⑤ (ク)

生 物

(3) 図1中の(ケ)~(ス)の部分には、遺伝子産物が存在している(図1中には示されていない)。分子量(分子の質量の相対値)が最大の遺伝子産物が存在している部分として、最も適切なものを選択肢①~⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- ① (ケ) ② (コ) ③ (サ) ④ (シ) ⑤ (ス)

(4) 文中の下線部Aに関して、大腸菌と進化的に最も近縁と考えられる生物として、最も適切なものを選択肢①~⑤のうちから1つ選びなさい。
(解答番号)

- ① ユレモ ② 酵 母 ③ アカパンカビ
④ コロナウイルス ⑤ ミカツキモ

(5) 文中の下線部Bに関して、図1から考えられることとして正しいものはどれか。最も適切なものを選択肢①~⑥のうちから1つ選びなさい。
(解答番号)

- ① 原核生物では、真核生物と同様に、転写に酵素が利用されない。
② 原核生物では、真核生物と同様に、セントラルドグマが成り立たないことがある。
③ 原核生物では、真核生物と同様に、転写と翻訳が同時に起こる。
④ 原核生物では、真核生物とは異なり、転写に酵素が利用されない。
⑤ 原核生物では、真核生物とは異なり、セントラルドグマが成り立たないことがある。
⑥ 原核生物では、真核生物とは異なり、転写と翻訳が同時に起こる。

生 物

問2 大腸菌の遺伝子の発現調節に関して、次の文章を読み、(1)～(4)に答えなさい。(解答番号

8

 ～

13

)

Mさんは、生物の入試問題では、ラクトースオペロンがよく出題されていることに気がつき、生物の授業でとったノートをもとに自分で図を描いて整理してみることにした。しかし、Mさんが描いた図には、複数の誤りがあり、Nさんに誤りを指摘された。図2は、Mさんが描いた図で、複数の誤りを含んだものである。ただし、培地の条件ア、条件イは正しいものとする。

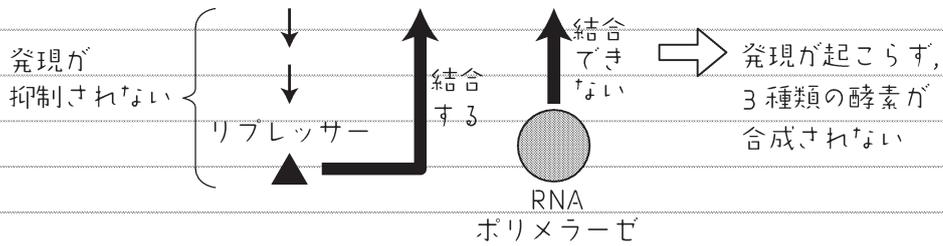
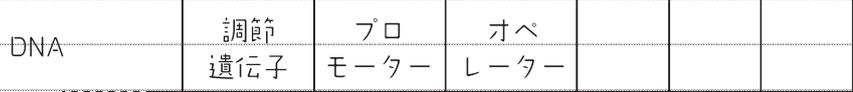
Nさんからの指摘を受けてMさんはノートを正しく整理し直し、勉強を続けていた。入試の当日、(4)のようなラクトースオペロンの考察問題が出題された。正しい理解に達していたMさんは、正解を導くことができた。

生物

条件ア

	培地への添加
グルコース	あり
ラクトース	なし

β ガラクトシダーゼなどの
3種類の構造遺伝子



条件イ

	培地への添加
グルコース	なし
ラクトース	あり

β ガラクトシダーゼなどの
3種類の構造遺伝子

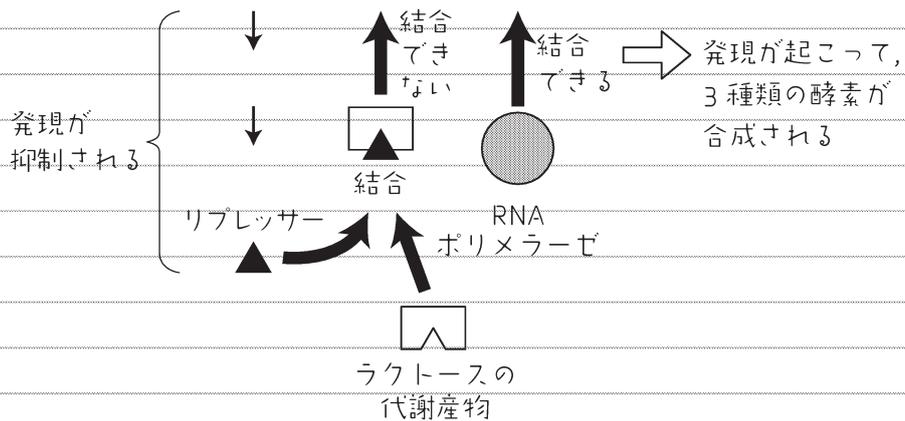
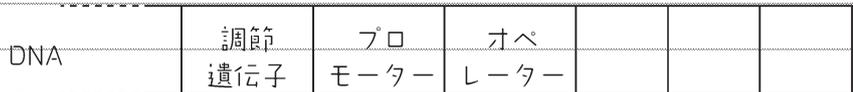


図2

生 物

(1) 図2中の調節遺伝子の発現についてNさんからの指摘はどれか。最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。

(解答番号

8

)

- ① 大腸菌では、リプレッサーが合成されることはないよね。
- ② ラクトースオペロンの場合、調節遺伝子はリプレッサーを合成しないよね。
- ③ 条件アでは、リプレッサーの発現は促進されるはずだよね。
- ④ 条件イでは、リプレッサーの発現は抑制されるはずだよね。
- ⑤ 培地の条件によらず、調節遺伝子は発現しているよね。

(2) 図2中のプロモーターについてNさんからの指摘はどれか。最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号

9

)

- ① 大腸菌には、プロモーターはないよね。
- ② ラクトースオペロンの場合、プロモーターは構造遺伝子からもっと離れた場所に位置しているよね。
- ③ プロモーターは、RNAポリメラーゼが最初に結合する領域だよね。
- ④ プロモーターは、RNA上に存在する領域だよね。
- ⑤ ラクトースの代謝産物がリプレッサーと結合すると、リプレッサーはプロモーターに結合できるようになるよね。

生 物

(3) 図 2 中のオペレーターについて N さんからの指摘はどれか。最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号

10

)

- ① 大腸菌には、オペレーターはないよね。
- ② ラクトースオペロンの場合、オペレーターは構造遺伝子からもっと離れた場所に位置しているよね。
- ③ オペレーターは、リプレッサーが結合する領域だよね。
- ④ オペレーターは、RNA 上に存在する領域だよね。
- ⑤ ラクトースが培地に存在すると、RNA ポリメラーゼはオペレーターに結合できるようになるよね。

生 物

(4) ある大腸菌では、ラクトースオペロンに関する次のような突然変異体(変異体 X, 変異体 Y, 変異体 Z)が確認されている。なお, いずれの変異体においても, 示された欠損部位以外の機能は変化していない。

- ・変異体 X : 調節遺伝子が欠損している。
- ・変異体 Y : プロモーターが欠損している。
- ・変異体 Z : オペレーターが欠損している。

変異体 X, 変異体 Y, 変異体 Z のラクトースオペロンの発現は, それぞれどのような特徴を示すと考えられるか。最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つずつ選びなさい。ただし, 同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ～)

X . . .
Y . . .
Z . . .

- ① 培地のラクトースの有無によらず, ラクトースオペロンの発現がみられる。
- ② 培地のラクトースの有無によらず, ラクトースオペロンの発現がみられない。
- ③ 培地にラクトースが存在するときだけ, ラクトースオペロンの発現がみられる。
- ④ 培地にラクトースが存在しないときだけ, ラクトースオペロンの発現がみられる。

生 物

〔Ⅱ〕 細胞の構造やはたらきに関して，問1～問3に答えなさい。

(解答番号 ～)(33点)

問1 原核細胞と真核細胞に関して，次の文章を読み，(1)～(4)に答えなさい。

(解答番号 ～)

原核細胞と比較して，真核細胞ではさまざまな構造の発達が認められる。また，動物細胞と植物細胞で異なる構造をもつ場合もある。表1は，大腸菌，マウスの肝臓，ホウレンソウの葉について，それぞれの細胞がもついくつかの構造(ア～オ)の有無を整理したものである。ただし，表1中の+は構造が存在することを，-は構造が存在しないことを示す。

表1

細胞 構造	大腸菌	マウスの肝臓	ホウレンソウの葉
ア	+	+	+
イ	+	-	+
ウ	-	+	+
エ	-	+	-
オ	-	-	+

生 物

- (1) 次の a～e のうち、表 1 中のアの構造、イの構造にあてはまるものをすべて含む組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～⑮のうちから 1 つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。

(解答番号 ,)

ア . . .

イ . . .

- a 細胞膜
- b 細胞壁
- c 細胞質基質(サイトゾル)
- d 核膜
- e クロマチン

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① a | ② b | ③ c | ④ d | ⑤ e |
| ⑥ a, b | ⑦ a, c | ⑧ a, d | ⑨ a, e | ⑩ b, c |
| ⑪ b, d | ⑫ b, e | ⑬ c, d | ⑭ c, e | ⑮ d, e |

- (2) 表 1 中のウの構造は、生命活動におけるエネルギーの獲得のうえで重要な構造である。ウの構造についての説明として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号)

- ① ストロマからチラコイド内腔へ H^+ が移動するとき、ATP が合成される。
- ② チラコイド内腔からストロマへ H^+ が移動するとき、ATP が合成される。
- ③ マトリックスから膜間腔へ H^+ が移動するとき、ATP が合成される。
- ④ 膜間腔からマトリックスへ H^+ が移動するとき、ATP が合成される。

生 物

(3) 表1中のエの構造は、細胞分裂時にはたらし、べん毛や繊毛の形成にも関係する構造である。エの構造についての説明として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号 17)

- ① アクチンから構成される。
- ② ミオシンから構成される。
- ③ チューブリンから構成される。
- ④ ケラチンから構成される。
- ⑤ アルブミンから構成される。

(4) 表1中のオの構造は、植物が生産者としての役割を果たすうえで重要な構造である。オの構造についての説明として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 18)

- ① C_3 化合物が C_5 化合物になる際に、二酸化炭素が固定される。
- ② C_4 化合物が C_6 化合物になる際に、二酸化炭素が固定される。
- ③ C_5 化合物が C_3 化合物になる際に、二酸化炭素が固定される。
- ④ C_6 化合物が C_4 化合物になる際に、二酸化炭素が固定される。

問2 細胞内でのタンパク質の輸送に関して、次の文章を読み、(1)~(3)に答えなさい。(解答番号 19 ~ 23)

図1は、ある細胞において、細胞内で合成したタンパク質を細胞外にまで輸送する経路などを模式的に示したものである。

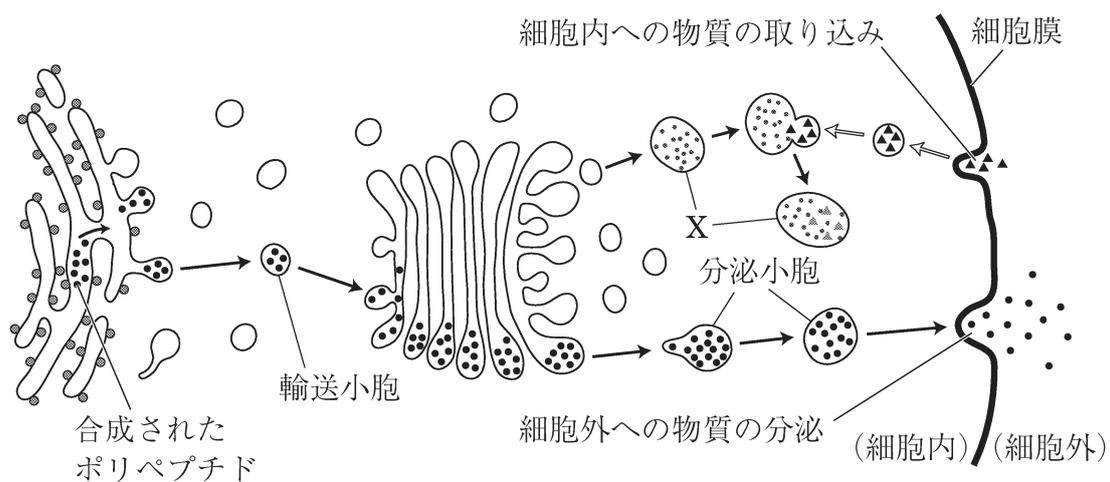


図1

生 物

- (1) 図 1 中の「細胞内への物質の取り込み」, 「細胞外への物質の分泌」の名称と, それらの現象が活発にみられる細胞の組み合わせとして, 最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つずつ選びなさい。ただし, 同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ,)

細胞内への物質の取り込み . . .

細胞外への物質の分泌

選択肢	名称	活発にみられる細胞
①	エキソサイトーシス	筋繊維
②	エキソサイトーシス	赤血球
③	エキソサイトーシス	すい臓のランゲルハンス島 B細胞
④	エンドサイトーシス	マクロファージ
⑤	エンドサイトーシス	ヘルパー T細胞
⑥	エンドサイトーシス	すい臓のランゲルハンス島 A細胞

生 物

- (2) 高温条件に置くことで、輸送小胞または分泌小胞の形成が不十分となる突然変異をもつ細胞がある。これらの細胞を好適な培養条件から高温条件に移したときに顕微鏡で観察し、変異にもとづく形態の違いを観察すると、どのような結果になると考えられるか。最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。
(解答番号 ,)

輸送小胞の形成が不十分となる突然変異をもつ細胞・・・
分泌小胞の形成が不十分となる突然変異をもつ細胞・・・

- ① 小胞体が発達している。
- ② 小胞体が縮小している。
- ③ ゴルジ体が発達している。
- ④ 核が縮小している。
- ⑤ 輸送小胞が過剰に存在する。
- ⑥ 分泌小胞が過剰に存在する。

生 物

(3) 図 1 中の X の構造の特徴やはたらきに関する次の a~f のうち、正しい記述の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①~⑨のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号

23

)

- a 内部に DNA を含んでいる。
- b 内部に RNA を含んでいる。
- c 内部に分解酵素を含んでいる。
- d 膜に電子伝達系をもつ。
- e 細胞内消化に関係する。
- f オートファジーに関係する。

① a, d, e

② a, d, f

③ a, e, f

④ b, d, e

⑤ b, d, f

⑥ b, e, f

⑦ c, d, e

⑧ c, d, f

⑨ c, e, f

問3 細胞の進化に関して、次の文章を読み、(1)および(2)に答えなさい。

(解答番号 ,)

地球上に、最初に出現したのは原核細胞で、その後、真核細胞が出現したと考えられている。真核細胞の出現は現在からおよそ 年前のことであり、その後、多細胞化や体制の複雑化を経て、現在に至ると考えられている。

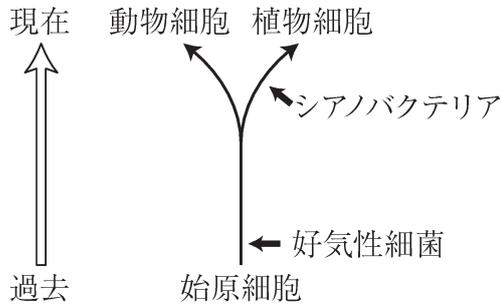
(1) 文中の に入る数字として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- | | | |
|---------|----------|------|
| ① 46億 | ② 19～24億 | ③ 5億 |
| ④ 2億5千万 | ⑤ 6600万 | |

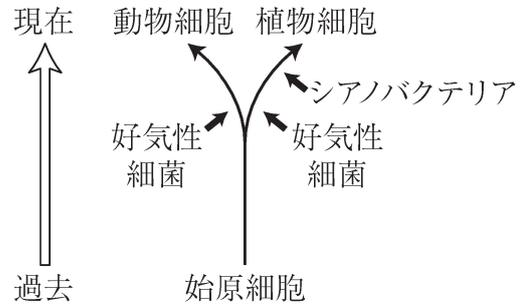
生物

(2) 真核細胞の進化の過程を模式的に表した図として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号 25)

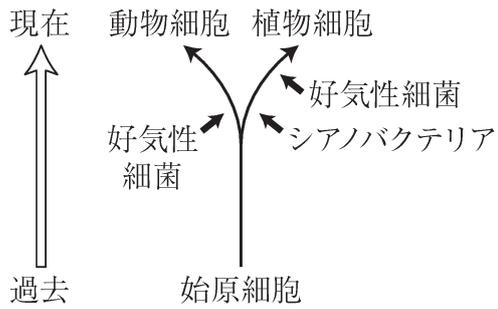
①



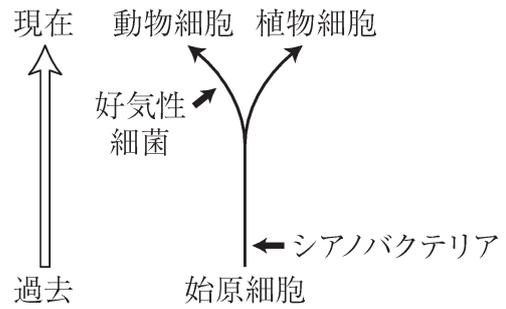
②



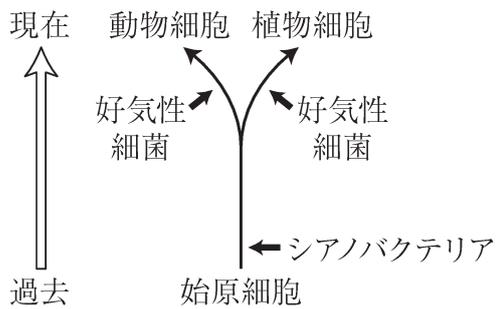
③



④



⑤



〔Ⅲ〕 バイオームに関して、問に答えなさい。(解答番号 26 ～ 32)(17点)

問 世界のバイオームに関して、次の文章を読み、(1)および(2)に答えなさい。

(解答番号 26 ～ 32)

世界のバイオームは、その地域の気温と降水量によって決定している。図1は世界のバイオームの分布を、図2は世界のバイオームと気候の関係を示したものである。

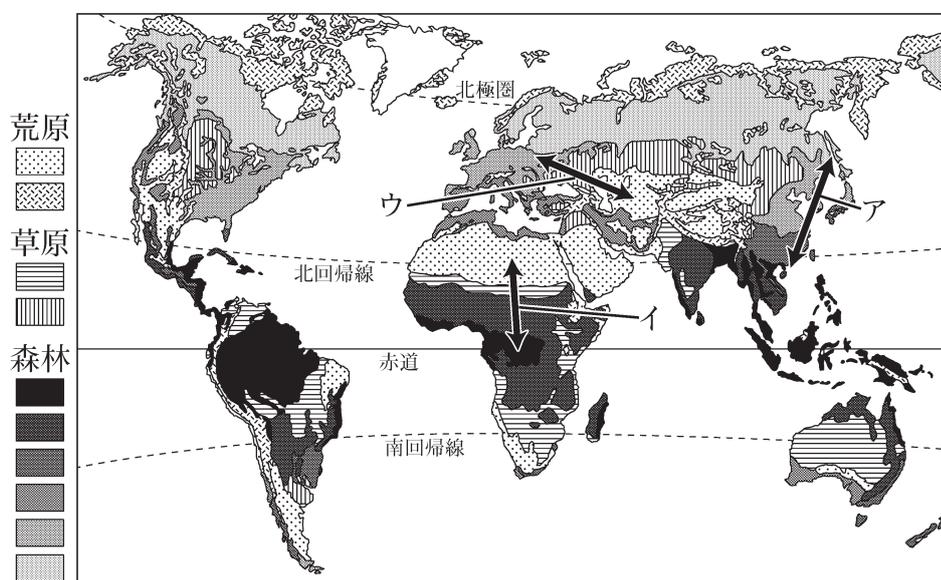


図1

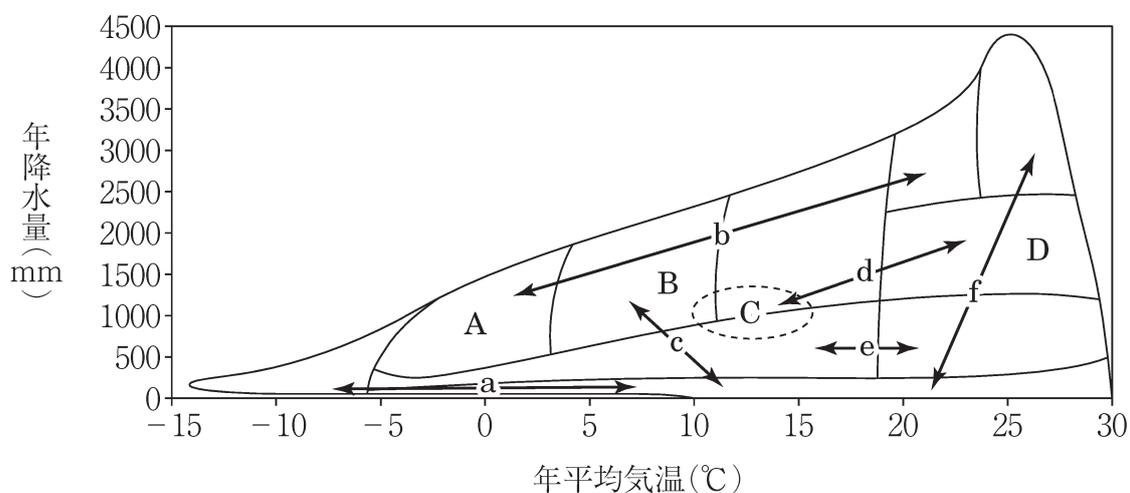


図2

生 物

- (1) 図1中のア～ウの矢印における陸上のバイオームの移り変わりは、図2中のa～fの矢印のいずれに対応するか。最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。

(解答番号 ～)

ア・・・
イ・・・
ウ・・・

① a ② b ③ c ④ d ⑤ e ⑥ f

- (2) 図2中のA～Dのバイオームにみられ、相観を決定する代表的な植物はどれか。最も適切なものを選択肢①～⑨のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ～)

A・・・
B・・・
C・・・
D・・・

① 地衣類 ② イネ科の草本 ③ サボテン
④ フタバガキ ⑤ チーク ⑥ スダジイ
⑦ カラマツ ⑧ ブ ナ ⑨ オリーブ

〔Ⅳ〕 遺伝子の組み合わせの変化に関して、問に答えなさい。

(解答番号 33 ～ 38) (17点)

問 染色体と遺伝子に関して、次の文章を読み、(1)～(6)に答えなさい。

(解答番号 33 ～ 38)

染色体数と比べて、遺伝子数はかなり多い。そのため、あるとき着目した2組以上の遺伝子は、別々の染色体上に存在していることもあれば、同一の染色体上に存在していることもある。また、同一の染色体上に存在する2組の遺伝子が、極めて近接して位置していることも、離れて位置していることもある。遺伝子型 $GGHHIIjj$ と遺伝子型 $gghhiiJJ$ の個体を交配して F_1 を得て、この F_1 個体を遺伝子型 $gghhiiij$ の個体と交配して次代を得た。なお、いずれの遺伝子についても、大文字は小文字に対して顕性(優性)である。

(1) 文中の下線部A、下線部Bに関して、ヒトのゲノムを構成する染色体数とその中に含まれる遺伝子のおよその数の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。ただし、生物が自らを形成・維持するのに必要な1組の遺伝情報をゲノムという。(解答番号 33)

選択肢	染色体数	遺伝子数
①	23	5000
②	23	20000
③	23	100000
④	46	5000
⑤	46	20000
⑥	46	100000

生 物

(2) 文中の二重下線部の F_1 (F_1) 個体の遺伝子型や表現型についての説明として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。

(解答番号 34)

- ① すべての遺伝子について顕性遺伝子のホモ接合の状態にあり、顕性の表現型を示す。
- ② すべての遺伝子について潜性(劣性)遺伝子のホモ接合の状態にあり、潜性の表現型を示す。
- ③ すべての遺伝子について顕性遺伝子と潜性(劣性)遺伝子のヘテロ接合の状態にあり、顕性の表現型を示す。
- ④ すべての遺伝子について顕性遺伝子と潜性(劣性)遺伝子のヘテロ接合の状態にあり、潜性の表現型を示す。

(3) 遺伝子 G (g) と遺伝子 H (h) は、文中の下線部Cに示すように別々の染色体上に存在している。文中の波線部の次代(次代)のうち、遺伝子 G (g) と遺伝子 H (h) が支配する両形質についてともに顕性を示す個体の出現する割合として、最も適切なものを選択肢①～⑨のうちから1つ選びなさい。(解答番号 35)

- | | | |
|-------|-------|--------|
| ① 0% | ② 10% | ③ 20% |
| ④ 25% | ⑤ 50% | ⑥ 75% |
| ⑦ 80% | ⑧ 90% | ⑨ 100% |

生 物

- (4) 遺伝子 $G(g)$ と遺伝子 $I(i)$ は、文中の下線部Dに示すように同一の染色体上の極めて近接した位置にあり、2 遺伝子の間で染色体の乗換えがまったく起こらない。文中の波線部の次代(次代)のうち、遺伝子 $G(g)$ と遺伝子 $I(i)$ が支配する両形質について、ともに顕性を示す個体の出現する割合として、最も適切なものを選択肢①～⑨のうちから1つ選びなさい。

(解答番号

36

)

- | | | |
|-------|-------|--------|
| ① 0% | ② 10% | ③ 20% |
| ④ 25% | ⑤ 50% | ⑥ 75% |
| ⑦ 80% | ⑧ 90% | ⑨ 100% |

生 物

- (5) 遺伝子 $H(h)$ と遺伝子 $J(j)$ は、文中の下線部 E に示すように同一の染色体上の離れた位置にあり、2 遺伝子の間で染色体の乗換えが 1 回だけ起こる。染色体の乗換えがまったく起こらなかった場合と比較すると、文中の波線部の次代(次代)のうち、遺伝子 $H(h)$ と遺伝子 $J(j)$ が支配する両形質についてともに顕性を示す個体の出現する割合の変化についての説明として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから 1 つ選びなさい。

(解答番号

37

)

- ① 乗換えが起こらない場合は両形質について、ともに顕性を示す個体はまったく出現しないが、乗換えが起こることで一部の個体が両形質について、ともに顕性を示す。
- ② 乗換えが起こらない場合は両形質について、ともに顕性を示す個体が一部に出現するが、乗換えが起こることで両形質について、ともに顕性を示す個体はまったく出現しなくなる。
- ③ 乗換えが起こらない場合は50%の個体が両形質について、ともに顕性を示すが、乗換えが起こることで両形質について、ともに顕性を示す個体の割合は増加する。
- ④ 乗換えが起こらない場合は50%の個体が両形質について、ともに顕性を示すが、乗換えが起こることで両形質について、ともに顕性を示す個体の割合は減少する。
- ⑤ 乗換えが起こらない場合はすべての個体が両形質について、ともに顕性を示すが、乗換えが起こることで両形質について、ともに顕性を示す個体の割合は減少する。

生 物

(6) 文中の二重下線部の F_1 ($\underline{F_1}$) 個体どうしを交配して得られた F_2 の、遺伝子 $G(g)$ と遺伝子 $J(j)$ が支配する両形質について、表現型の分離比 ($[GJ] : [Gj] : [gJ] : [gj]$) として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。なお、[]はその中にくくられた遺伝子が表現型として発現していることを示す。また、各遺伝子の染色体上での位置は、(3)～(5)をふまえて答えなさい。(解答番号 38)

- ① 0 : 0 : 3 : 1 ② 0 : 1 : 1 : 0 ③ 1 : 0 : 0 : 1
④ 1 : 1 : 1 : 1 ⑤ 3 : 1 : 0 : 0 ⑥ 9 : 3 : 3 : 1