

2025 年度

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

物理：2～9 ページ	解答用紙 3 枚
化学：10～23 ページ	解答用紙 5 枚
生物：24～39 ページ	解答用紙 4 枚
地学：40～45 ページ	解答用紙 3 枚

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
- 2 問題冊子や解答用紙に脱落のあった場合には申し出ること。
- 3 解答用紙の各ページ所定欄に、それぞれ受験番号（最後のページは、左右2箇所）、氏名を必ず記入すること。なお、解答用紙は上部で接着してあるので、はがさず解答すること。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
- 5 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
- 6 解答用紙の裏面は計算等に使用してもよいが、採点はしない。
- 7 現代システム科学域の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、解答すること。
- 8 理学部の受験者は、次により解答すること。なお、第2・3志望がある場合、志望する学科についても確認すること。
 - (1) 数学科・生物学科・地球学科・生物化学科を志望する者は「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうちから2科目を選択し、解答すること。
 - (2) 物理学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」とその他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - (3) 化学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
- 9 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
- 10 農学部・獣医学部・医学部医学科の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択し、解答すること。
- 11 生活科学部食栄養学科の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから1科目を選択し、解答すること。
- 12 問題冊子の余白は下書きに使用してもよい。
- 13 問題冊子及び選択しなかった科目の解答用紙は持ち帰ること。

生 物

第 1 問 (25点)

遺伝子を扱う技術に関する次の文を読み、以下の問いに答えよ。

ある研究者が、ラクトースを分解できなくなった大腸菌を見つけた。この大腸菌を、以下変異体とよぶ。変異体がラクトースを分解できなくなった原因について、どのような突然変異によるものかを調べるために、DNA の塩基配列を解析した。はじめに、原因と考えられる遺伝子を含む DNA 領域を、①PCR 法を用いて増幅した。この増幅した DNA 断片に、DNA の合成に必要なプライマー、DNA ポリメラーゼ、そしてデオキシリボヌクレオシド三リン酸を加えた。この反応液を4つに分け、各反応液に、蛍光色素で標識したアデニン (A)、チミン (T)、グアニン (G)、シトシン (C) を塩基としてもつジデオキシリボヌクレオシド三リン酸のいずれか1つを少量加え、アンチセンス鎖を鋳型とした DNA 合成を行った。その後、電気泳動用ゲルの、試料を注入するくぼみに4つの反応液をそれぞれ入れて、合成された DNA 断片を電気泳動によって分離し、蛍光を観察した。対照実験として、ラクトースを分解できる野生型の大腸菌についても同様の実験を行った。

図1は野生型と変異体の、DNA 断片の電気泳動の結果である。図1中の、反応液を入れたくぼみに示した記号 (A, T, G, C) は、反応に使用したジデオキシリボヌクレオシド三リン酸の塩基を表す。この結果から、②変異体では、原因と考えられる遺伝子の開始コドンから数えて3番目のコドンが野生型と異なることがわかった。

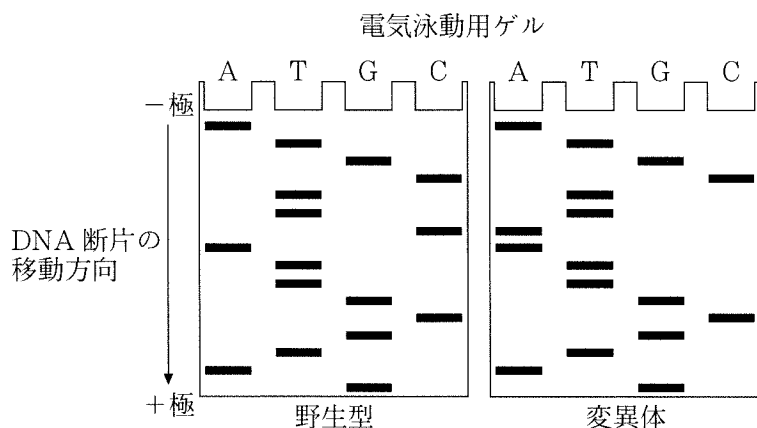


図1

問1 次の文を読み、以下の(1)～(3)に答えよ。

下線部①の PCR 法では、鋳型 DNA に加えて、増幅したい目的の DNA 領域の両端の配列に相補的な配列をもつ 2 種類の DNA プライマーや、DNA ポリメラーゼ、デオキシリボヌクレオシド三リン酸を用いた。また、DNA を増幅させるために下に示す反応 1 ～ 3 を 1 サイクルとして、サイクルを繰り返した。

反応 1 反応液を 94 ℃程度に加熱する。

反応 2 反応液を 50 ～ 60 ℃程度に冷却する。

反応 3 反応液を 72 ℃程度に加熱する。

(1) 反応 1 ～ 3 では主にどのような反応が occurring か、それぞれ 20 字以内（句読点を含む）で説明せよ。

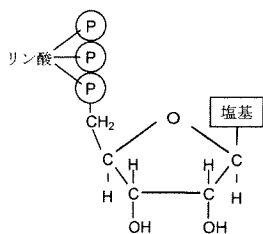
(2) PCR 法に用いる DNA ポリメラーゼは、ヒト DNA ポリメラーゼにはない特性をもつ。その特性を 10 字以内で述べよ。

(3) 増幅したい目的の DNA 領域のみからなる DNA 断片は何サイクル目から生じるか、答えよ。

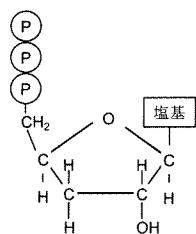
問2 次の(1)と(2)に答えよ。

(1) デオキシリボヌクレオシド三リン酸とジデオキシリボヌクレオシド三リン酸の構造として、最も適切なものを下の A ～ D からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えよ。

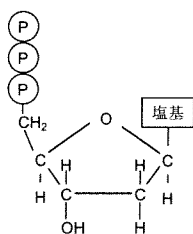
A



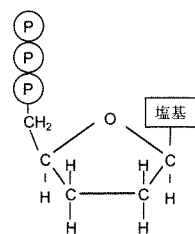
B



C



D



- (2) 反応液中のジデオキシリボヌクレオシド三リン酸の量を増やすと、合成される DNA 断片の長さはどうなるか、理由とともに 60 字以内（句読点を含む）で説明せよ。

問3 図1の電気泳動の結果から推測される、野生型の DNA 断片のセンス鎖の塩基配列を、左から 5' → 3' の方向になるように下の例にならって記せ。

AGTCGGGCAGGTT

問4 下線部②に関して、変異体で見つかった遺伝子の突然変異がタンパク質合成に与える影響を、表1の遺伝暗号表を参照して 90 字以内（句読点を含む）で説明せよ。

表1

1番目の塩基	2番目の塩基								3番目の塩基
	U (ウラシル)		C (シトシン)		A (アデニン)		G (グアニン)		
U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A
	UUG		UCG		UAG		UGG		G
C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		
A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A
	AUG	メチオニン	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		

(余 白)

生 物

第 2 問 (25点)

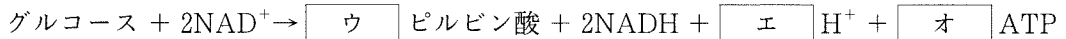
代謝に関する次の文 1 と文 2 を読み、以下の問いに答えよ。

文 1

酸素 (O_2) を用いて有機物を分解し、ATP を合成する過程を呼吸という。呼吸により分解される有機物は呼吸基質と呼ばれる。グルコースは代表的な呼吸基質の一つであり、
① (ア) 系で代謝されてピルビン酸に変換される。ピルビン酸はミトコンドリアで脱炭酸された後、コエンザイム A (CoA) と結合してアセチル CoA に変換され、(イ) 回路に供給される。(イ) 回路では、アセチル CoA はオキサロ酢酸と反応し、(イ) が生成される。(イ) は 2 度の脱炭酸反応を含む反応過程を経て代謝され、オキサロ酢酸が再生される。この反応過程で生成される ② 還元型補酵素は、ミトコンドリアの電子伝達系に供給される。③ 電子伝達系では連続した酸化還元反応が生じ、ATP 合成酵素によって ATP が合成される。④

問 1 文 1 中の空欄 (ア) と (イ) に入る最も適切な語を答えよ。

問 2 下線部①に関して、1 分子のグルコースがピルビン酸に変換される反応について、次の反応式の空欄 [ウ] ～ [オ] に入る適切な係数の組み合わせを、次の(a)～(h)から 1 つ選び、記号で答えよ。

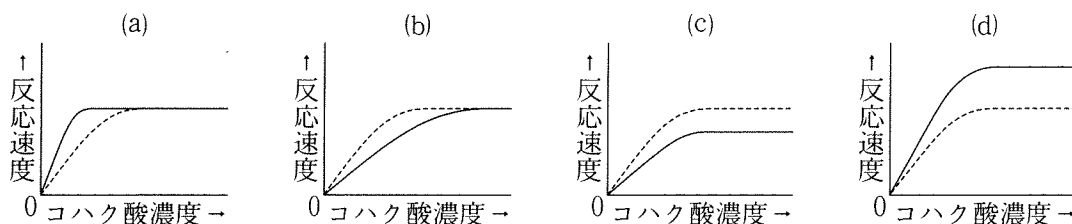


	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
[ウ]	2	2	2	2	3	3	3	3
[エ]	2	2	4	4	2	2	4	4
[オ]	2	4	2	4	2	4	2	4

問3 下線部②に関して、コハク酸がフマル酸へと変換される反応は、コハク酸脱水素酵素によって触媒される。この酵素の活性は、コハク酸と類似した構造をもつマロン酸がその活性部位に結合することで阻害される。

(1) このような酵素反応の阻害様式を表す最も適切な語を答えよ。

(2) 一定濃度のコハク酸脱水素酵素溶液を用いて、pHが7、温度が37℃の条件下でコハク酸濃度を变化させて反応速度を測定した。この実験において、反応液に一定濃度のマロン酸を加えた場合にどのような結果が得られると予想されるか、最も適切なグラフを、下の(a)～(d)から1つ選び、記号で答えよ。なお、グラフ中の破線と実線はそれぞれマロン酸を加えずに行った実験とマロン酸を加えて行った実験の結果を示す。



問4 下線部③に関して、還元型補酵素の一つであるNADHの酸化を必要とする反応過程として適切なものを、次の(a)～(c)からすべて選び、記号で答えよ。

- (a) アルコール発酵において、ピルビン酸からアセトアルデヒドが生じる反応
- (b) アルコール発酵において、アセトアルデヒドからエタノールが生じる反応
- (c) 乳酸発酵において、ピルビン酸から乳酸が生じる反応

問5 下線部④の過程について述べた次の(a)～(e)の文のうち、正しいものには○，誤りがあるものは×を解答欄に記せ。

- (a) 電子伝達系に渡された電子は，最終的に酸素を還元し，水を生じる。
- (b) 電子伝達系を構成するタンパク質は，ミトコンドリアの内膜と外膜に存在する。
- (c) 電子伝達の過程では，ミトコンドリアのマトリックス側から，内膜と外膜の間の領域へ水素イオンが運ばれる。
- (d) ATP 合成酵素は，ミトコンドリアの外膜に存在する。
- (e) 水素イオンはその濃度勾配に逆らって ATP 合成酵素を通過し，このとき ATP 合成酵素は ADP とリン酸から ATP を合成する。

文 2

植物が発芽時に利用する主な呼吸基質は、種によって異なる。ある植物が発芽時に利用する主な呼吸基質を推定するために、図1の実験装置を用いて、図2に示すガラス管内の着色液の移動距離を測定し、発芽種子の呼吸に伴う容器内の気体の体積の変化を調べた。同じ構成の装置を2つ用意し、装置内のビーカーに水または水酸化カリウム水溶液を入れて測定した。ただし、各測定は暗所で行い、発芽種子の重量、測定時間、大気圧および容器内外の温度は一定とした。測定開始時に図中の活栓を閉じることで容器内を密閉状態にした。水酸化カリウム水溶液は二酸化炭素（ CO_2 ）を吸収する。実験結果として、ガラス管内の着色液は、ビーカーに水を入れた測定では左方向に0.4目盛移動し、ビーカーに水酸化カリウム水溶液を入れた測定では左方向に26目盛移動した。

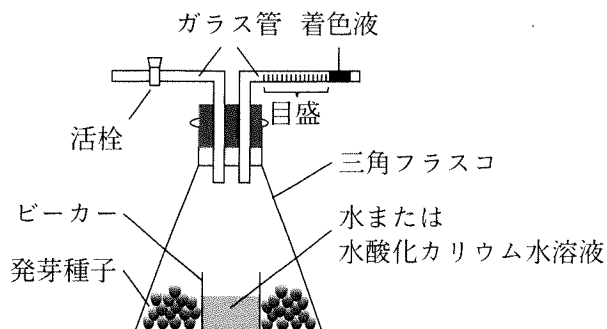


図 1

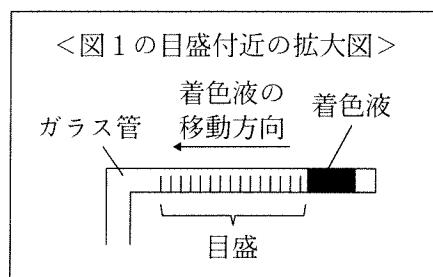


図 2

問 6 次の(1)と(2)に答えよ。

- (1) この植物の発芽種子の呼吸商を、小数第3位を四捨五入して小数第2位までの値で答えよ。なお、呼吸商は CO_2 の放出量と O_2 の吸収量の体積比で定義される。
- (2) 呼吸商の計算結果を踏まえて、この植物が発芽時に利用すると推定される主な呼吸基質として最も適切なものを、次の(a)～(e)から1つ選び、記号で答えよ。

- (a) 脂肪 (b) 炭水化物 (c) タンパク質 (d) ビタミン
(e) ミネラル

生 物

第 3 問 (25点)

光合成に関する次の文 1 と文 2 を読み、以下の問いに答えよ。

文 1

植物の光合成は葉緑体で行われる。葉緑体の内部にはチラコイドと呼ばれる膜構造が存在し、チラコイドを除いた領域はストロマと呼ばれる。チラコイドには、クロロフィルやカロテノイドなどの光合成色素とタンパク質が結合した複合体が多数埋め込まれている。光化学反応は光化学系 I と光化学系 II の 2 種類の反応系によって行われる。それぞれの反応系の中心部には、反応中心としてはたらく特別なクロロフィルが存在する。この反応中心のクロロフィルが光エネルギーを受け取って活性化すると、電子が放出される。光化学系 II において、(あ) 状態の反応中心のクロロフィルは、(ア) からの電子を受け取って (い) され、活性化する前の状態に戻る。電子を失った (ア) からは (イ) と酸素が生じる。一方、光化学系 I では、活性化した反応中心のクロロフィルから放出された電子が、最終的に NADP^+ を還元して、 NADPH を生成する。

ストロマでは、チラコイドでの反応で生じた ATP と NADPH を使って、気孔から取り込まれた二酸化炭素を (う) して、有機物を合成する反応が行われる。この反応経路はカルビン回路と呼ばれ、多数の酵素反応が関わる。図 1 にその概要を示す。

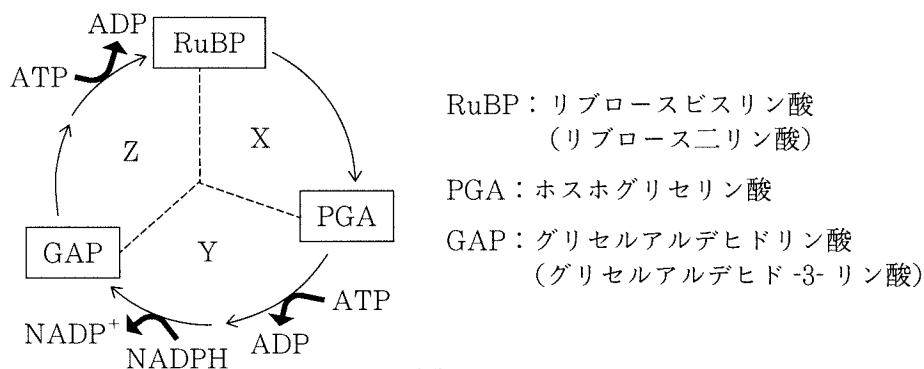


図 1

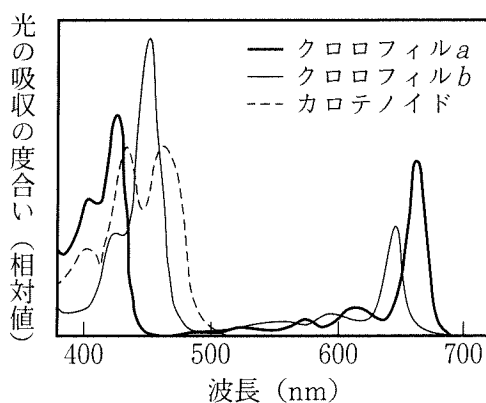
問 1 文 1 中の空欄 (ア) と (イ) に入る最も適切な語を答えよ。

問2 文1中の空欄（あ）～（う）に入る語の組み合わせとして最も適切なものを次の(a)～(h)から1つ選び、記号で答えよ。

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
（あ）	酸化	酸化	酸化	酸化	還元	還元	還元	還元
（い）	酸化	酸化	還元	還元	酸化	酸化	還元	還元
（う）	酸化	還元	酸化	還元	酸化	還元	酸化	還元

問3 カルビン回路を図1に示すX、Y、Zの3つの段階に分けた時、二酸化炭素が有機物に固定される（炭酸同化）段階を選び、記号で答えよ。

問4 下線部①に関して、主な光合成色素の吸収スペクトルを下に示す。複数の種類の光合成色素が葉緑体に存在することによって、太陽光を効率よく利用して光合成ができると考えられている。光合成色素のどのような違いが効率的な太陽光の利用に関係しているのか、30字以内（句読点を含む）で述べよ。



問5 下線部②に関して、カルビン回路の産物のうち、カルビン回路外での有機物の合成に使われる物質として最も適切なものを、次の(a)～(c)から1つ選び記号で答えよ。

- (a) RuBP (b) PGA (c) GAP

文 2

植物の葉の表皮には、気孔が存在する。植物はこの③気孔を開いたり閉じたりすることでガス交換速度を調節している。ある植物を用いて、気孔の開度（気孔の開きぐあい）に対する光の影響を調べた。図 2 は、野生型の植物と、光受容体のどれか 1 種類を欠損している変異体を用いて、異なる光条件での気孔の開度を測定した結果である。

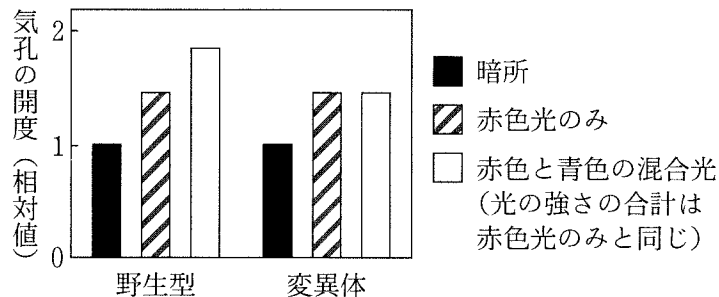


図 2

問 6 文 2 中の下線部③に関して、気孔の開閉のしくみについて述べた次の(a)～(f)の文のうち、適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

- (a) 孔辺細胞にカリウムイオンが流入することで、細胞内の浸透圧が上昇して水が流入し、その結果、膨圧が上昇して気孔が開く。
- (b) 孔辺細胞にカリウムイオンが流入することで、細胞内の浸透圧が低下して水が流入し、その結果、膨圧が上昇して気孔が開く。
- (c) 孔辺細胞からカリウムイオンが流出することで、細胞内の浸透圧が上昇して水が流入し、その結果、膨圧が上昇して気孔が開く。
- (d) 孔辺細胞からカリウムイオンが流出することで、細胞内の浸透圧が低下して水が流出し、その結果、膨圧が低下して気孔が開く。
- (e) アブシシン酸の作用により、孔辺細胞内の浸透圧が低下して水が流出し、その結果、膨圧が低下して気孔が閉じる。
- (f) アブシシン酸の作用により、孔辺細胞内の浸透圧が上昇して水が流入し、その結果、膨圧が上昇して気孔が閉じる。

問7 実験に用いた変異体で欠損していると考えられる光受容体として最も適切なものを，次の(a)～(d)から1つ選び記号で答えよ．

- (a) レチナール (b) フォトリポシン (c) フィトクロム
(d) ロドプシン

問8 植物が水不足になると，光条件が同じであっても光合成速度は低下する．このしくみについて，気孔のはたらきから考えられる理由を70字以内（句読点を含む）で説明せよ．

生 物

第 4 問 (25点)

生物多様性に関する次の文 1 と文 2 を読み、以下の問いに答えよ。

文 1

① 生物群集を構成する種の間には、さまざまな相互作用がみられる。直接相互作用している 2 種は、互いの個体数に影響を与える。また直接相互作用していない場合でも、個体数への影響がみられることがあり、これを間接効果という。ある種が食物網における上位捕食者であり、間接効果を介して群集の種の構成や多様性を変えるほどに大きな影響を与えるとき、この種を（ ア ）と呼ぶ。

生物種間の相互作用のひとつとして、資源をめぐる競争がある。生存に必要な餌などの資源が似ている種同士は共存できないとする室内実験の結果が得られており、この現象は（ イ ）と呼ばれる。しかし現実の生物群集には多数の種が共存している。同じ場所で同様の資源を利用する複数の種でも、それぞれの資源利用のあり方によっては種間競争が抑えられ、共存することができる。競争する種の進化によって共存が可能になることもある。② 競争関係にある生物種間で生じる形質置換という現象は、異なる種が相互に影響しあって適応進化する（ ウ ）のひとつであり、種の共存を促進する。

問 1 文 1 中の空欄（ ア ）～（ ウ ）に入る最も適切な語を答えよ。

問 2 下線部①に関して、生物群集でみられる相互作用について述べた次の(a)～(d)から、最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- (a) アリとアブラムシ（アリマキ）は通常、植物由来の餌資源をめぐる競争関係にある。
- (b) マメ科植物と根粒菌は、前者が後者に炭水化物を与え、後者が前者に窒素化合物を与える相利共生の関係にある。
- (c) ニホンジカとその体表から吸血するヒルとの関係は、後者が前者から一方的に利益を受ける片利共生である。
- (d) ニホンミツバチは花を破壊し、植物の繁殖に常に負の影響を与える。

問3 下線部②に関して、ある研究者が、くちばしで種子を割って食べる鳥類であるフィンチ2種（A種およびB種）のくちばしの高さ（以下、くちばしサイズとする）を、ある海域の3つの島Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの個体群で調べた。島ⅠにはA種のみが生息し、島ⅡにはB種のみが生息し、島ⅢにはA種とB種がともに生息する。個体群中でくちばしサイズがある一定の範囲に収まるグループを、サイズクラスと呼ぶ。表1は、3つの島の各種個体群中での、くちばしのサイズクラスの分布を示している。

表1

くちばしのサイズクラス	島Ⅰ	島Ⅱ	島Ⅲ	
	A種個体群 中の割合（％）	B種個体群 中の割合（％）	A種個体群 中の割合（％）	B種個体群 中の割合（％）
7 mm 以上, 9 mm 未満	30	10	80	0
9 mm 以上, 11 mm 未満	70	70	20	50
11 mm 以上, 13 mm 未満	0	20	0	50

- (1) A種とB種がともに生息する島Ⅲでは、A種とB種がそれぞれ単独で生息する島Ⅰ、島Ⅱに比べ、各種のくちばしサイズの平均値がどれだけ増加あるいは減少しているかを計算せよ。ただし、各サイズクラスのくちばしサイズとして、そのサイズクラスの下限・上限の中間の値を計算に用いよ。例えば、「7 mm 以上, 9 mm 未満」のサイズクラスのくちばしサイズは、8 mm として計算せよ。なお、小数第2位を四捨五入して、小数第1位までの値で、下の例にならって答えよ。

0.5 mm の減少

- (2) 島Ⅲでは、A種とB種がともに生息することで、両種のくちばしサイズに変化が生じた。このしくみについて考えられることを、以下の用語をすべて用いて、120字以内（句読点を含む）で説明せよ。

ニッチ 自然選択 種子 適応度

文 2

生物多様性は、その階層の違いにより、遺伝的多様性、種多様性、(エ) 多様性の3つに分けられる。③生物多様性は現在、さまざまな人間活動やそれに起因する環境変動の脅威にさらされている。そうした脅威として、気候変動、土地利用の変化、(オ) の移入、生息地の分断化などが挙げられる。日本での(オ) の影響を示すものとして、オオクチバスやブルーギルの捕食により淡水域の魚種数が減少した事例がある。④生息地の分断化は種の局所絶滅を引き起こす可能性があるが、その影響のあり方はさまざまな要因で変化する。

問 4 文 2 中の空欄 (エ) と (オ) に入る最も適切な語を答えよ。

問 5 下線部③に関して、生物多様性やそれに対する脅威について述べた次の(a)～(d)のうち、最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- (a) 遺伝的多様性が増加すると、近交弱勢により個体群の増殖率が上がる。
- (b) 人間による土地利用の変化は群集の種多様性を減少させるが、群集を構成する種の遺伝的多様性には影響を与えない。
- (c) 人間による土地利用の変化の前後で、ある場所の群集の種数が変わらない場合でも、その種多様性が減少していることがありうる。
- (d) 気候変動の影響により、サンゴ礁を形成するサンゴの白化が起こり、これがサンゴ礁における種多様性の増加をもたらしている。

問6 下線部④に関して、ある研究者が以下の長期野外研究を行った。熱帯のある地域で森林の大規模伐採が行われた結果、分断化して孤立した小面積の森林（パッチ）が数多く出現した。研究者は分断化直後の1 ha から100 ha までの面積のパッチで樹木の種数を調べた。そして10年後にそれらのパッチを再調査し、分断化直後に記録された樹木種のうち、どれだけが残存しているかを調べた。その結果、パッチ面積と分断化直後および分断化10年後の樹木種数の関係は、図1上の直線で近似できることが示された。

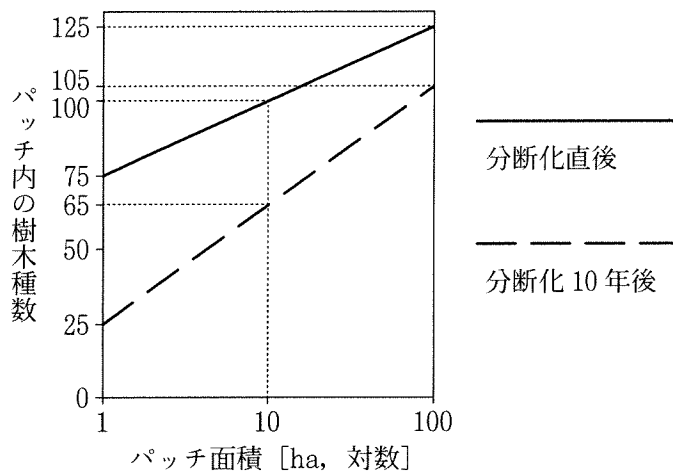


図1

図1の内容について述べた次の(a)～(e)のうち、適切なものをすべて選び、記号で答えよ。なお、各パッチ面積は、10年間で変化がないものとする。

- (a) パッチ面積が1 ha から100 ha の範囲では、パッチ面積が小さいほど、分断化10年後に残存する樹木種数の比率が大きくなる。
- (b) パッチ面積が1 ha から100 ha の範囲では、分断化直後の時点では、パッチ面積が10倍になると樹木種数は常に約1.33倍になる関係がみられる。
- (c) パッチ面積が1 ha から100 ha の範囲では、パッチの面積が大きいほど、分断化からの10年で消失する樹木種数の比率が小さくなる。
- (d) 面積が0.01 ha のパッチについて、図中の直線に従って分断化直後の樹木種数を推定すると、15種になる。
- (e) 面積が100 ha を超えるパッチについて樹木種数を図中の直線で推定すると、分断化10年後の値が分断化直後の値を超えてしまう場合がある。