

令和7年度 入学試験問題訂正等用紙

一般選抜 後期日程

教科・科目等： 生物B

学部・学科等：理学部（生物科学コース、地球環境
科学コース、総合理学コース）

訂正等種別

（該当する番号を○で囲む）

1	問題の訂正
2	解答用紙の訂正
③	補足説明

9 ページ 3 問題文

6 行目、8 行目、1 1 行目、1 2 行目

「対立遺伝子頻度」は「遺伝子頻度」と同じ意味である。

令和7年度後期日程入学試験問題

生 物 B

理 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は12ページ(表紙、白紙を除く)です。試験開始後、確認してください。
- ③ 問題は **1** から **3** まで3題あります。すべて解答しなさい。
- ④ 解答用紙は、(その1)から(その3)の3枚あります。
- ⑤ 解答は、解答用紙の指定の欄に記入しなさい。
- ⑥ それぞれの解答用紙の指定の欄に受験番号を記入しなさい。
- ⑦ 字数が指定されている間については、アルファベット、算用数字、句読点も1字とし、1マスに1字ずつ記入しなさい。

1

次の問 1 ～ 2 に答えよ。

問 1 以下に示す表 1 は、様々な生物のゲノムの特徴を示す表で、数値の有効数字は 2 桁である。この表 1 をもとに、次の(1)～(4)に答えよ。

表 1 さまざまな生物のゲノムの特徴

生物名 特 徴		大腸菌	結核菌	エ	ショウ ジョウ バエ	ヒ ト
総塩基対数($\times 10^6$)		4.6	4.4	2.8	1200	3000
塩基の割合 (%)	A(注)	25	17	32	29	30
	C(注)	25	ア	18	21	20
	G(注)	25	イ	18	21	20
	T(注)	25	ウ	32	29	30
遺伝子数		4300	4000	2600	14000	20000
遺伝子の平均の長さ (塩基対数)		960	1000	840	5500	27000
1 つのタンパク質に含まれる アミノ酸数の平均		320	330	280	480	430

(注) A はアデニン, C はシトシン, G はグアニン, T はチミンを示す

- (1) 表中のア, イ, ウにあてはまる数値を答えよ。
- (2) 生物のゲノム DNA に含まれる各塩基の割合には規則性がみられる。この規則性は DNA 分子のどのような特徴を反映したものか, 説明せよ。

(3) 表中のエにあてはまる生物として、最も適切なものを下の a ~ f の中から一つ選んで答えよ。

- | | |
|--------------|---------|
| a ヒメゾウリムシ | b 乳酸菌 |
| c ミドリムシ | d 酵母 |
| e キイロタマホコリカビ | f センチュウ |

(4) ショウジョウバエやヒトは、大腸菌や結核菌に比べて遺伝子の平均の長さが長い。これはなぜか。遺伝子の構造上の特徴から 50 字以内で説明せよ。

問 2 トリプトファンはアミノ酸の一種で、大腸菌の生育に必須である。野生株の大腸菌は、糖と必須の無機塩類を含む培地(最少培地)の中でトリプトファンを合成して生育することができる。トリプトファンの生合成に必要な酵素の一つに「トリプトファン合成酵素」がある。その遺伝子の DNA 塩基配列を以下に示した。塩基配列は、アミノ酸の配列を指定している方の鎖のみを開始コドンから終止コドンまで示してある。また、表 2 には mRNA のコドン表を示した。この塩基配列に関する次の(1)~(3)に答えよ。

```
ATGGAACGCTACGAATC T C T GTTTGCCAGTTGAAGGAGC
                     ③-①-④-
GCAAAGAAGGCGCATTTCGTTCCCTTCGTCACGCTCGGTGATCCGGG
CATTGAGCAGTC A TTGAAAATTATCGATACGCTAATTGAAGCC
                ②-
                . . . . . 中略 . . . . .
ATCGAGCAACATATTAATGAGCCAGAGAAAATGCTGGCGGCACTGA
AAGTTTTTGTACAACCGATGAAAGCGGCGACGCGCAGTTAA
```

表2 mRNA のコドン表

配列	アミノ酸	配列	アミノ酸	配列	アミノ酸	配列	アミノ酸
UUU	フェニルアラニン	CUU	ロイシン	AUU	イソロイシン	GUU	バリン
UUC		CUC		AUC		GUC	
UUA	ロイシン	CUA		AUA		GUA	
UUG		CUG		AUG	メチオニン・開始	GUG	
UCU	セリン	CCU	プロリン	ACU	トレオニン	GCU	アラニン
UCC		CCC		ACC		GCC	
UCA		CCA		ACA		GCA	
UCG		CCG		ACG		GCG	
UAU	チロシン	CAU	ヒスチジン	AAU	アスパラギン	GAU	アスパラギン酸
UAC		CAC		AAC		GAC	
UAA	終止	CAA	グルタミン	AAA	リジン	GAA	グルタミン酸
UAG		CAG		AAG		GAG	
UGU	システイン	CGU	アルギニン	AGU	セリン	GGU	グリシン
UGC		CGC		AGC		GGC	
UGA	終止	CGA		AGA	アルギニン	GGA	
UGG	トリプトファン	CGG		AGG		GGG	

(1) 下線部①で示す「C」が欠失した突然変異株 P は、最少培地で生育できなかった。この理由として考えられることを、翻訳されるアミノ酸配列の観点から 75 字以内で説明せよ。

(2) 突然変異株 Q は、下線部②で示す「A」が別の塩基に置換されていたにもかかわらず、最少培地で生育した。突然変異株 Q が最少培地で生育できる理由を、翻訳されるアミノ酸配列の観点から 50 字以内で説明せよ。

- (3) 突然変異株 **P** の細胞集団の中から、トリプトファン合成酵素遺伝子に新たな突然変異が加わることによって、最少培地の中で生育可能になった突然変異株 **X** と突然変異株 **Y** が出現した。これらの株のトリプトファン合成酵素遺伝子の塩基配列を調べて、突然変異株 **P** の塩基配列と比較したところ、新たに生じた変異は、突然変異株 **X** と突然変異株 **Y** では異なるものであった。次にあげたオ～ケの変異のうち、突然変異株 **X** と突然変異株 **Y** で最もありうる変異を 2 つ選び記号で答えよ。

- オ 下線部③の「T」が「C」に置換
- カ 下線部④の「T」が「C」に置換
- キ 下線部③の「T」が欠失
- ク 下線部③の「T」と下線部④の「T」がともに欠失
- ケ 下線部③の右となりに「G」が挿入

2

次の(A)と(B)の文章を読み、問1～4に答えよ。

(A)

葉緑体は、が真核生物に取り込まれることで誕生したと考えられている。この葉緑体を獲得した生物から、灰色藻類、紅藻類、緑藻類が誕生した。その後、緑藻類から陸上植物の共通祖先が誕生し、^①, , 種子植物の順に現存する陸上植物が出現した。

植物が行う光合成は、葉緑体のチラコイド膜で起こる反応とストロマで起こる反応の2つに分けられる。チラコイド膜では、光合成色素が吸収した光エネルギーが、光化学系Ⅰと光化学系Ⅱにある反応中心と呼ばれるクロロフィルに集まり、反応中心が活性化され、電子を放出する。光化学系Ⅱでは、電子を失った(酸化状態の)反応中心のクロロフィルは、から電子を奪って、還元された状態に戻る。から電子を奪う際に、チラコイド内に、と H^+ が生じる。一方、光化学系Ⅰでは、電子を失った反応中心のクロロフィルは、光化学系Ⅱが放出した電子を受け取って、還元された状態にもどる。光化学系Ⅰでは、最終的に電子はに渡され、NADPHが生じる。このように、の分解によって生じた電子が、光化学系Ⅱから光化学系Ⅰを通じてに受け渡す一連の反応を、光合成のとよぶ。の一連の反応が起こる際のエネルギーを用いて、ストロマからチラコイド内に H^+ が輸送される。チラコイド内に蓄えられた H^+ はATP合成に利用される。光エネルギーに依存してATPが合成される反応を、とよぶ。

また、光合成の仕組みには多様性がある。緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌の光合成では、においてを酸化するため、硫黄が生成される。

問1 本文中の～に入る適切な語句または化学式を答えよ。

問 2 下線部①について、海底で生息する紅藻には、赤色のものが多い。赤色の紅藻が光合成を行う際には、クロロフィルに加えて、赤色のフィコビリンと呼ばれる光合成色素がはたらいている。紅藻の光合成において赤色のフィコビリンがはたらくことには、どのような利点があるか。次の用語をすべて用いて、75 字以内で説明せよ。

緑色光 クロロフィル 赤色のフィコビリン

(B)

チラコイド内外の H^+ 濃度差と ATP 合成の関係を調べるために、以下の【実験】を行った。実験操作の概要を図 1 に示す。なお、実験操作は暗所で行った。

②

【実験】

葉緑体から取り出したチラコイドを pH 4 の溶液に混ぜ、数時間静置することで、チラコイドの内部とチラコイドの外部を pH 4 にした(図 1 A)。次に、このチラコイドを pH 8 の溶液に混ぜ、チラコイドの内部は pH 4 のままで、チラコイドの外部を pH 8 にした(図 1 B)。このようにして調整したものをここでは「チラコイド混合液」とよぶことにする。チラコイド混合液に、ADP とリン酸を添加し、反応を開始させた(図 1 C)。ADP とリン酸を添加した後、0, 2, 4, 6, 15, 30 秒後のチラコイド混合液中の ATP 濃度を測定し、反応時間と得られた ATP 濃度の関係を図 2 に示した。

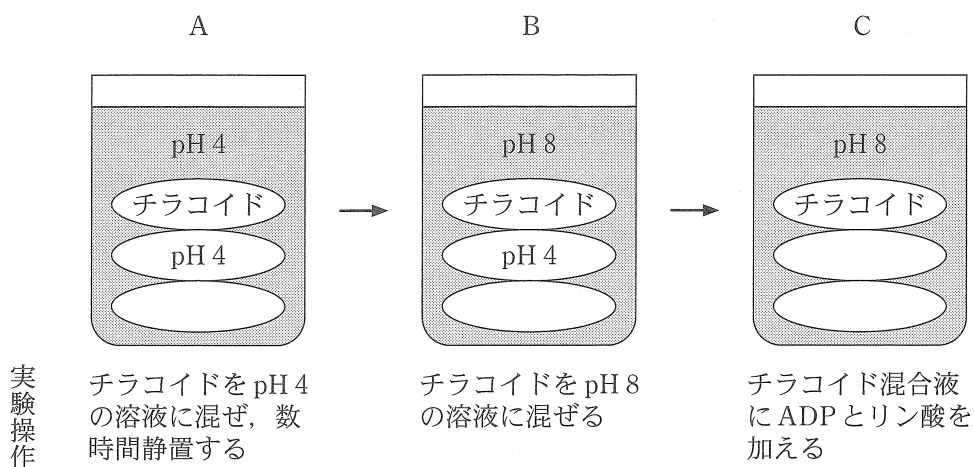


図 1 実験操作の概略

容器はチラコイドに対して十分容積が大きいものとする

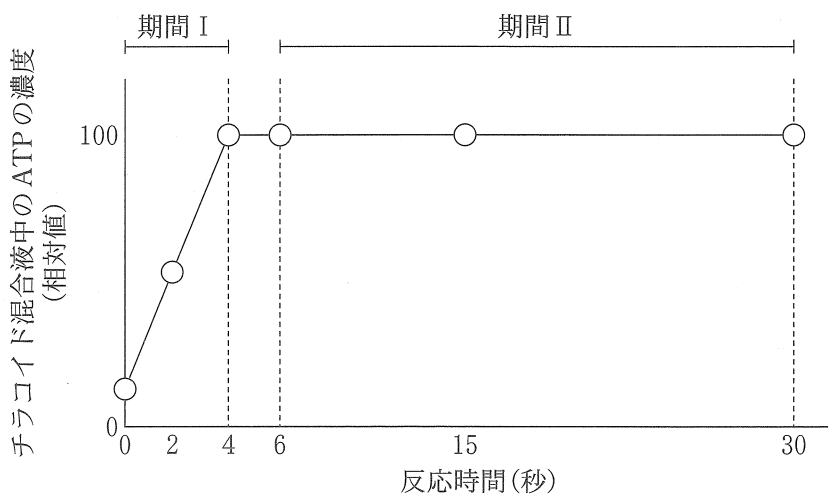


図 2 反応時間と ATP 濃度の関係

問 3 図 2 の結果について，期間Ⅰ (ADP とリン酸を添加して，0 秒から 4 秒まで) と，期間Ⅱ (ADP とリン酸を添加して，6 秒から 30 秒まで) において，ATP 合成の有無，チラコイド混合液中の ADP 濃度，チラコイド内の pH について，それぞれどのように変化したと考えられるか。以下の a ～ f の選択肢より最も適切な組み合わせを選んで解答欄に記号で答えよ。

	ATP 合成の有無	ADP 濃度の変化	チラコイド内の pH
a	有	減少する	上昇する
b	有	増加する	上昇する
c	有	減少する	低下する
d	無	変化なし	低下する
e	無	増加する	pH 8 で一定
f	無	変化なし	pH 8 で一定

問 4 下線部②に関して，この実験から考えられる，チラコイドで行われる ATP 合成と光の関係を，次の用語をすべて用いて，50 字以内で説明せよ。
ただし，「 H^+ 」は，1 字として記せ。

H^+ 濃度 光 チラコイド

3

次の文章を読み、問 1 ～ 5 に答えよ。

進化が生じる仕組みについて、ダーウィンは 1859 年に『種の起源』を出版し、その中で自然選択の考えを提唱した。この時代には、遺伝の仕組みが明らかにされていなかったために、どのように変異が生じてそれが遺伝するかの記述は不明瞭であった。その後 1865 年にメンデルが遺伝の法則を発表したが、この法則は 20 世紀に再発見されたのちに広く理解されるようになった。そして 1908 年に、ハーディとワインベルグがそれぞれ独自に集団内の対立遺伝子(アレル)頻度の変化に関する基本法則^①を発表した。

ハーディ・ワインベルグの法則が成り立っている集団では、対立遺伝子頻度に変化が生じないため、生物の進化もおこらない。これに対して、自然選択がはたらく場合^②、異なる遺伝子型を持つ個体間に、生存率や子の数の違いが生じるため、集団内の対立遺伝子頻度が世代間で変化する。また、集団内の対立遺伝子頻度は、偶然により変化する場合^③もある。このような偶然による対立遺伝子頻度の変動を という。

ダーウィンの提唱した自然選択は、現存する様々な生物種が、どのように進化してきたのかという考え方に影響を及ぼした。ヘッケルは、地球上のすべての生物が単一の共通祖先に由来し、 で示されるように、生物は木の枝が分かれるような種分化を繰り返してきたと提唱した。

問 1 と に入る適切な語を答えよ。

問 2 下線部①に関して、以下の(1)と(2)に答えよ。

(1) この法則(ハーディ・ワインベルグの法則)が成立するために必要な条件として正しいものを下の a ~ d から 2 つ選び、記号で答えよ。

- a 集団への移入個体数と集団からの移出個体数がつりあっている。
- b 集団を構成する個体が、自由交配で有性生殖をする。
- c 集団が十分多くの種からなる。
- d 突然変異が生じない。

(2) ある地域に存在する、ある生物種の集団が持つ遺伝子全体を何というか。

問 3 下線部②の自然選択に関して、以下の(1)と(2)に答えよ。

(1) 以下の文 e ~ i の中から、正しい記述を全て選び、記号で答えよ。

- e 自然選択は、集団を構成している個体数が大きいほど強くはたらく。
- f オオシモフリエダシャクというガに生じた工業暗化は、自然選択の例である。
- g 生物は通常、生息する環境にうまくあった、生存や繁殖に有利になるような性質をもつが、これらは自然選択によって生じる。
- h 自然選択と下線部③の効果の両方が、生物の集団で同時にはたらくこともある。
- i ある生物の集団で、自然選択のはたらき方やその強さは、時間が経つと変化することがある。

(2) 自然選択を考える際には、個体がどれだけ子を残すかが重要になる。ある生物個体から生じた子のうち、生殖年齢まで生き残った子の数を何というか。

問 4 下線部③の影響を調べるために、次のような魚の集団を想定して、コンピュータを使ったシミュレーション実験を行った。

1. 2 倍体の魚の個体数が異なる集団(18 個体の集団と 100 個体の集団)がそれぞれ別な池の中にある。この魚はある遺伝子座に A と a の 2 つの対立遺伝子をもっている。最初の世代(第 0 世代)の集団の遺伝子頻度は、A と a とともに 0.5 であるとする。
2. 親世代の個体は、繁殖時期になると多数(ここでは無限大とする)の配偶子を池の中に放出する。この放出された配偶子の集まりの A と a の遺伝子頻度は、親世代の集団と等しくなる。
3. 接合して次の世代の個体となる配偶子がこの配偶子の集まりからランダムに選ばれ、親世代と同じ個体数の次世代の集団になる。例えば 18 個体の集団の場合、雄と雌が作った配偶子がそれぞれ 18 個ランダムに選ばれ、次の世代の 18 個体になる。
4. 2. と 3. を繰り返して世代が進んでいく。

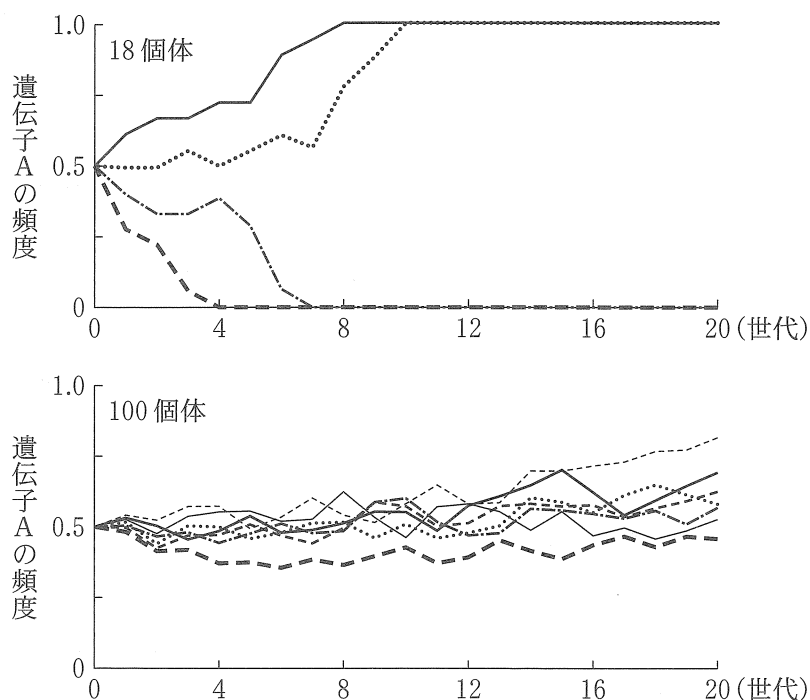


図 それぞれの集団の対立遺伝子 A の遺伝子頻度の変化

図は、18 個体からなる 4 つの集団と、100 個体からなる 7 つの集団についてシミュレーション実験を行い、各世代の対立遺伝子 A と a の遺伝子頻度を計算して、対立遺伝子 A の頻度をグラフにしたものである。それぞれの線は各集団の実験結果を表している。以下の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 18 個体からなる小さい集団の方が、100 個体からなる大きな集団より下線部③の効果は強いと考えられる。その理由を述べた以下の文の空欄 ウ と エ に適切な語句を入れよ。

小さい集団では次の世代の個体となる ウ の数が少ない。このため、 ウ の エ が偶然に親世代の集団の エ に比べて大きくずれやすいから。

- (2) 個体数が少ない集団は、集団内の遺伝的多様性が減少しやすい。これはなぜか、実験結果に基づいて 100 字以内で説明せよ。

問 5 ある一年生植物の花の色が 1 遺伝子座で決まっている場合について考える。R は赤色遺伝子、r は黄色遺伝子で、R は r に対して顕性(優性)であるとする。この一年生植物のある野生集団で花色の頻度を調べたところ、黄色型の頻度が 0.16、赤色型の頻度が 0.84 であった。以下の(1)、(2)に答えよ。ただし、この集団ではハーディ・ワインベルグの法則が成り立っているとする。

- (1) ヘテロ接合の個体の頻度を、四捨五入して小数第 2 位まで求めよ。解答は計算の過程とともに解答欄の枠内に記せ。
- (2) もし、ある年にこの集団のすべての個体が自家受精のみにより種子を作った場合、次世代の赤色型の頻度はいくらになるか、四捨五入して小数第 2 位まで求めよ。解答は計算の過程とともに解答欄の枠内に記せ。ただし、平均種子生産数と種子の平均生存率はどの遺伝子型でも等しいものとする。