

令和6年度入学試験問題（後期日程）

生物

出題意図及び解答例

問題1

出題意図: 遺伝情報の発現についての基本的な知識を問う。

問1

ア: エキソン	イ: インtron	ウ: スプライシング
エ: プロモーター	オ: オペレーター	カ: ヒストン

問2

記述問題の解答例は公表していません

問3

60% $(300 \text{ アミノ酸} \times 3 \text{ 塩基 (コドン)} \times 2000 \text{ 遺伝子} \div 300 \text{ 万塩基} = 0.6)$

問 4

記述問題の解答例は公表していません

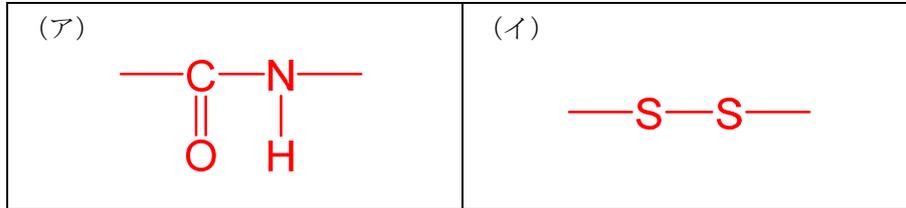
問 5

記述問題の解答例は公表していません

問題2

出題意図： 酵素反応とその阻害剤に関する基礎的知識と考察力を問う。

問 1



問 2

1, 4

問 3

設問 1

名称	酵素基質複合体 (酵素-基質複合体でも可)
----	--------------------------

設問 2

	反応	説明
X1	a	(ウ)
X2	b	(カ)

問 4

記述問題の解答例は公表していません

問 5

設問 1

X	5	X3	2
---	---	----	---

問 5

設問 2

記述問題の解答例は公表していません

設問 3

記述問題の解答例は公表していません

問題3

出題意図：教科書に記載されている基礎的な内容と、代謝に関わる様々な反応について、その内容が理解できているかについて問うことを目的として出題した。

問1

ア：同化	イ：異化	ウ：大きい
エ：呼吸	オ：光合成	カ：ピルビン酸
キ：二酸化炭素		

問2

設問1

3つの成分

アデニン	リボース	リン酸
------	------	-----

生体高分子化合物

②

設問2

①、②

問3

設問1

光リン酸化

設問2

①、④

設問 3

(1) チラコイド膜	(2) カルビン・ベンソン回路
------------	-----------------

設問 4

(1) 独立栄養生物	(2) デンプン
------------	----------

問 4

設問 1

(1)

経路Ⅰ：解糖系	経路Ⅱ：クエン酸回路	経路Ⅲ：電子伝達系
---------	------------	-----------

(2)

経路Ⅱ：ミトコンドリアのマトリックス	経路Ⅲ：ミトコンドリアの内膜
--------------------	----------------

設問 2

2 分子

設問 3

化学反応式

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \text{ (+38ATP (最大))}$ <p><u>両辺にある水 (H₂O) を相殺した形も正解</u></p>

消費される酸素 8 点

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$		
180 g	6 × 32 g	X = 6 × 32 × 270 / 180 = <u>288 g</u>
270 g	X g	

設問 4

(1) 酸化的リン酸化

(2) 34 分子

問題4

出題意図：生態系の物質生産に関する基本的な知識と理解を問う。

問1：

右側： 非光合成（非同化） 器官	左側： 光合成（同化） 器官	
①： 花と果実（花穂） （一方のみでも可）	②： 茎（枝、葉柄が含まれ ていても可）	②： 葉（葉身）

問2：

記述問題の解答例は公表していません

問3：

グラフ A： 36.0% 36.1%でも可	グラフ B： 22.1%
-----------------------	--------------

問4：

記述問題の解答例は公表していません

問題訂正
「生物」

【問題冊子】

7 ページ 2 図3の縦軸

(誤) 「物質Bの生成量」

(正) 「物質Bの量」

8 ページ 2 問5 設問1中のグラフの縦軸

(誤) 「物質Cの生成量」

(正) 「物質Cの量」

10 ページ 3 本文11行目

(誤) 「2分子の(キ)を放出する。」

(正) 「3分子の(キ)を放出する。」

令和 6 年度入学試験問題

生 物

注 意 事 項

1. この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 解答用紙は問題冊子とは別になっています。解答はすべての解答用紙の指定されたところに記入しなさい。それ以外の場所に記入された解答は、採点の対象となりません。解答用紙は7枚あります。
3. 本学の受験番号をすべての解答用紙の指定されたところへ正しく記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
4. この問題冊子は、表紙を含めて16ページあります。問題は4ページから13ページにあります。ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、監督者に申し出なさい。
5. 問題冊子の余白等は適宜利用しても構いませんが、どのページも切り離してはいけません。
6. この問題冊子は持ち帰りなさい。

1 次の文章を読み、問に答えよ。

ゲノム DNA は、大きく分けて遺伝子とそれ以外の領域からなる。真核生物の遺伝子は、タンパク質に翻訳される(ア)という部分と、それ以外の(イ)という部分からなる。ゲノム DNA からは、(ア)と(イ)の両方を含む mRNA 前駆体が転写されるが、その後、(ウ)という過程により(イ)部分が取り除かれ、(ア)部分のみを連結した mRNA が作られる。一方、一般的に、原核生物の遺伝子には(イ)は存在せず、(ウ)も起こらない。

遺伝子以外の領域の一部は、遺伝子の発現に重要な役割を担う。特に、遺伝子の転写開始点の近くに存在する(エ)という領域には、RNA ポリメラーゼが結合して転写を開始する。原核生物では、(エ)の近くに(オ)と呼ばれる調節領域があり、遺伝子の発現を制御しているものもある。真核生物では通常、ゲノム DNA は(カ)というタンパク質に結合しており、これが密な高次構造をとっている場合は転写因子や RNA ポリメラーゼは DNA に結合できず、遺伝子の発現も抑制されている。

問1 文章中の(ア)～(カ)に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線①の過程で、mRNA 前駆体から取り除かれる領域が変化する場合がある。その利点として考えられることを40字以内で説明せよ。

問3 下線②に関連して、ある原核生物は300万塩基対のゲノム DNA 中に2000個の遺伝子を持つ。1つの遺伝子から平均して300アミノ酸からなるタンパク質が作られる場合、この原核生物のゲノム配列のうち、タンパク質に翻訳される領域の配列(塩基対)が占める割合(%)を答えよ。

問4 下線③について、グルコースがなくラクトースがある培地で大腸菌のラクトースオペロンが発現するしくみを100字以内で説明せよ。

問5 下線④について、ある種の昆虫においては、遺伝子の転写が活発な領域は、だ腺染色体のパフとして観察される。昆虫の発生段階(幼虫、さなぎなど)に伴ってパフの位置や大きさが変化する理由を100字以内で説明せよ。

2 次の文章を読み、問に答えよ。

酵素は主にアミノ酸が多数つながったポリペプチドで構成されている。ポリペプチドはアミノ酸のアミノ基と他のアミノ酸のカルボキシ基が結合し、(ア)で表されるペプチド結合でつながっている。ポリペプチドが形成されたのち、アミノ酸間の相互作用によりポリペプチドが折りたたまれた固有の立体構造をとる。また、硫黄原子を含むアミノ酸であるシステインの側鎖どうしは(イ)結合により強く結びつけられ、立体構造の維持に重要な働きをする。酵素を構成するポリペプチドの一次構造は遺伝子にコードされている。

ある酵素Xは300アミノ酸から構成される。それらのアミノ酸が酵素Xの機能に与える影響を調べるため、図1のような変異酵素X1、X2、X3を作製して、下記の実験1～3を行った。ただし、酵素Xは物質Aから物質Bを合成するために必須の酵素であり、それ以外に物質Bを合成する経路はないものとする。また、野生型の遺伝子*x*、変異を加えた変異遺伝子*x1*、*x2*、*x3*からは、それぞれ遺伝子産物である野生型の酵素X、変異酵素X1、X2、X3が合成される。

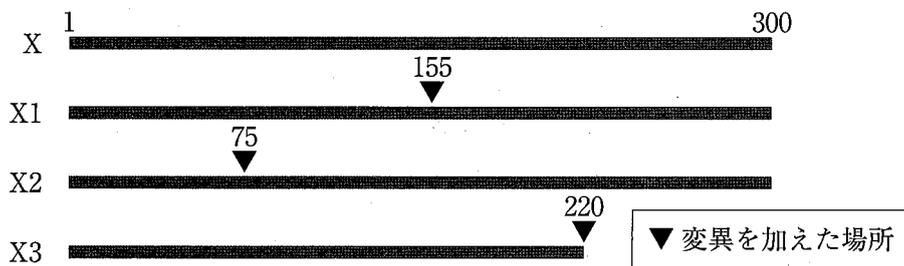


図1 酵素Xと変異酵素X1、X2、X3のタンパク質の一次構造の模式図
変異酵素X1は155番目のアミノ酸を、X2は75番目のアミノ酸をそれぞれ別のアミノ酸に変え、X3は220番目以降のアミノ酸を欠失させた。

[実験1] 酵素Xを欠損した大腸菌に野生型の遺伝子*x*および変異遺伝子*x1*、*x2*、*x3*を導入した。得られた酵素Xおよび変異酵素X1、X2、X3をそれぞれ同量ずつ使って、物質Aの濃度と酵素反応速度の関係を調べたところ、図2のグラフが得られた。ただし、酵素Xと変異酵素X3は同じ結果が得られたため、一本の実線で表してある。

[実験2] 実験1で得られた同量の酵素Xおよび変異酵素X3に物質Aを加えて、反応時間と物質Bの生成量の関係をそれぞれ調べたところ、酵素Xと変異酵素X3との間に差はなく、図3の実線のグラフになった。

[実験3] 実験2と同じ条件で、さらに酵素Yを加えて実験を行い、反応時間と物質Bの生成量の関係をそれぞれ調べたところ、図3の破線の結果が得られた。ただし、酵素Yは物質Bを物質Cに変える酵素であり、酵素X、Yは酵素の特異性が異なり互いに直接影響を及ぼさないものとする。

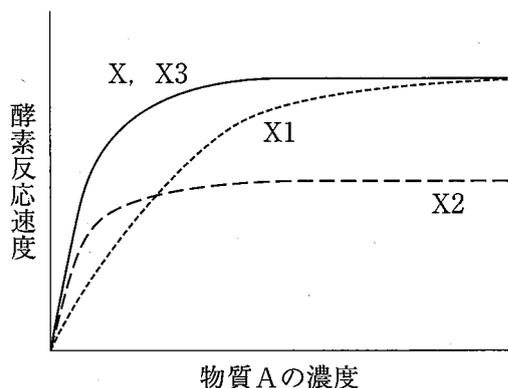


図2 物質Aの濃度と酵素反応速度の関係

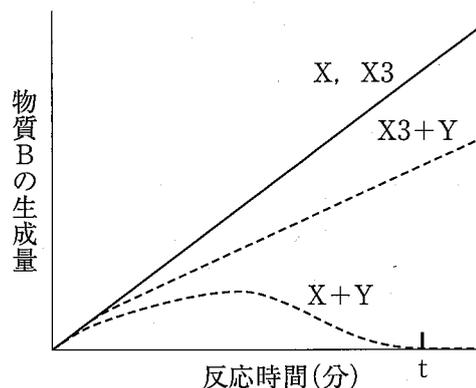


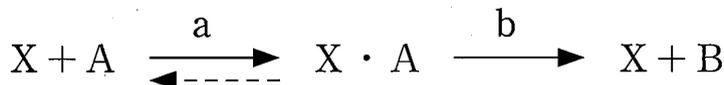
図3 反応時間と物質Bの生成量の関係

問1 文章中の(ア)、(イ)に入る最も適切な構造式を答えよ。

問2 タンパク質について次の(1)~(5)の記述のうち、正しいものをすべて選び番号で答えよ。

- (1) ヒトは9種類のアミノ酸を体内で十分に合成できず、食物として摂取する必要がある。
- (2) タンパク質の機能はタンパク質に含まれるアミノ酸の種類とその割合によって決まる。
- (3) すべてのタンパク質は約90℃の熱で変性してしまい、そのあと温度を下げても活性は戻らない。
- (4) タンパク質を構成しているアミノ酸は20種類あり、その種類は側鎖によって決まる。
- (5) ポリペプチドの一部がらせん状になったり、平行に並んだりする構造を三次構造という。

問3 酵素Xが物質Aを物質Bに変える反応式は以下のように表すことができる。これについて、設問に答えよ。

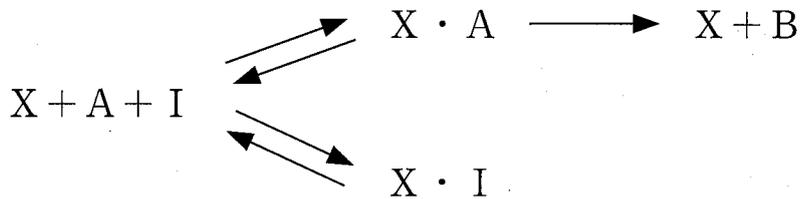


設問1 X・Aは酵素Xと物質Aが結合していることを表している。X・Aは何と呼ばれるか、名称を答えよ。

設問2 図2のグラフから、変異酵素X1とX2のそれぞれの変異が酵素活性にあたえた影響は反応式中のどちらの反応か。実線の矢印で示したa, bのどちらかを1つずつ選び記号で答えよ。また、その変化について適切な説明を(ア)~(カ)より選び記号で答えよ。

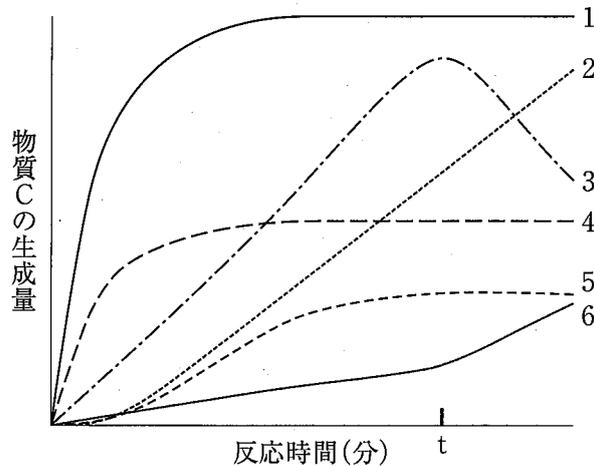
- (ア) XとAが結合できなくなった。
- (イ) XとAとの結合速度が速くなった。
- (ウ) XとAとの結合速度が遅くなった。
- (エ) X・AがXとBへ解離できなくなった。
- (オ) X・AからXとBへの反応速度が速くなった。
- (カ) X・AからXとBへの反応速度が遅くなった。

問4 酵素の働きを阻害する物質(阻害剤)にはさまざまな種類がある。以下の反応式で表すことができる阻害剤はどのように酵素Xの活性を阻害しているのか、60字以内で説明せよ。ただし、阻害剤はIで表記されている。



問5 実験2と実験3の結果(図3)をもとに設問に答えよ。

設問1 実験3において、酵素Xおよび変異酵素X3を用いた時の反応時間と物質Cの生成量の関係のグラフを作成するとどのようになると考えられるか。次の図中の1~6から適切なものをそれぞれ1つずつ選び番号で答えよ。



設問2 実験2では酵素Xと変異酵素X3の物質Bの生成量は同じであったにもかかわらず、実験3で酵素Yを加えて酵素Xを用いた場合はt分後に物質Bがなくなっていた。物質Bがなくなってしまった理由を酵素Xの性質を考慮して100字以内で説明せよ。

設問3 実験の結果から変異酵素X3が欠失している部分(220~300番目のアミノ酸で構成されている部分)は、酵素Xではどのような役割をしていると考えられるか、100字以内で説明せよ。

3 次の文章を読み、問に答えよ。

生体内では、物質の合成反応や分解反応など、様々な代謝が行われている。代謝は、大きく(ア)と(イ)に分けられる。(ア)は単純な物質から複雑な物質が合成されていく反応であり、(イ)は、複雑な物質が単純な物質に分解されていく反応である。一般に、(ア)において、合成された生成物をもつエネルギーは、素材となる物質をもつエネルギーの総和よりも(ウ)。

代謝では、様々な酵素が個々の反応の触媒としてはたらき、エネルギーのやりとりは、ATPを介して行われている。ATPを合成する主要な代謝には、(エ)と(オ)がある。植物の(オ)の場^②は葉緑体であり、光エネルギーを利用してATPを合成し、そのエネルギーでグルコースなどの有機物を合成する。一方、動物は、植物が作った有機物を取りこみ、(エ)によって分解し、その際に取り出されるエネルギーでATPを合成する。(エ)の過程は、経路Ⅰ・経路Ⅱ・経路Ⅲに分けられ、経路Ⅰでは細胞質基質において1分子のグルコースが、2分子の(カ)にまで分解される。^③経路Ⅱでは、経路Ⅰから受け取った1分子の(カ)につき、2分子の(キ)を放出する。経路Ⅰと経路Ⅱで生じたNADHやFADH₂から電子が経路Ⅲに渡され、最終的に酸素を還元し、水を生じる。

問1 文章中の(ア)～(キ)に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線①について、以下の設問に答えよ。

設問1 ATPを構成する3つの成分の名称をそれぞれ答えよ。また、これら3つの成分すべてが含まれる生体高分子化合物は次の①～④のどれか。最も適切なものを1つ選び番号で答えよ。

- ① DNA ② RNA ③ タンパク質 ④ セルロース

設問2 次の①～④のうち、直接的にATPを用いるものをすべて選び番号で答えよ。

- ① 筋収縮 ② アルコール発酵 ③ 抗原抗体反応
④ ニューロンにおける活動電位の発生

問3 下線②について、以下の設問に答えよ。

設問1 光エネルギーに依存してATPが合成される反応を何というかを答えよ。

設問2 次の①～④のうち、葉緑体の説明として正しい記述をすべて選び番号で答えよ。

- ① クロロフィルやカロテノイドなどの色素が多く含まれている。
- ② 独自の DNA を持っていないが、独自に分裂、増殖する。
- ③ 好気性の細菌が、シアノバクテリアの細胞に取りこまれて共生することでできたと考えられている。
- ④ 光化学系 I では NADPH が生産される。

設問3 (オ)の反応は、葉緑体のチラコイド膜における反応段階と、ストロマにおける反応段階の2つに大きく分けられる。このことに関して以下の問に答えよ。

- (1) ATP が合成されるのはどちらにおける反応段階であるかを答えよ。
- (2) (1)で選ばなかった方の反応段階において進行する反応経路は何と呼ばれているかを答えよ。

設問4 (1) 生態系において生産者と呼ばれる植物のように、無機物だけを用いて必要とする有機物を合成し、体外から有機物を取りこまずに生活できる生物を何というかを答えよ。

(2) 植物において、(オ)で生じた有機物が種子や塊根などに貯蔵される場合、主に何という多糖の状態での貯蔵されるかを答えよ。

問4 下線③について、以下の設問に答えよ。

設問1 (1) 経路Ⅰ～Ⅲの各名称を答えよ。

(2) 経路Ⅱ、経路Ⅲについては、それぞれどの細胞小器官のどこで行われているかを答えよ。

設問2 経路Ⅰでは、グルコース1分子当たり、差し引きで何分子のATPが生成されるかを答えよ。

設問3 経路Ⅰ～Ⅲ全体の反応を表す反応式を答えよ。また、270gのグルコースが完全に分解される際に、何gの酸素が消費されるかを答えよ。原子量は、C = 12, O = 16, H = 1とする。

設問4 (1) 経路ⅢでATPが合成される反応を何というかを答えよ。

(2) 経路Ⅲのみでグルコース1分子当たり、最大何分子のATPが合成されるかを答えよ。

4 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

下の図は、同一地方のハルタデ群落とススキ群落の生産構造図である。ハルタデ、ススキが成熟した時期に、一辺 50 cm の調査区域を設け、地表から高さ 10 cm ごとに区切って層別刈取法によって採取し、乾燥重量を計測したものである(数値は表に示す)。なお、ハルタデはタデ科の一年生草本、ススキはイネ科の多年生草本である。

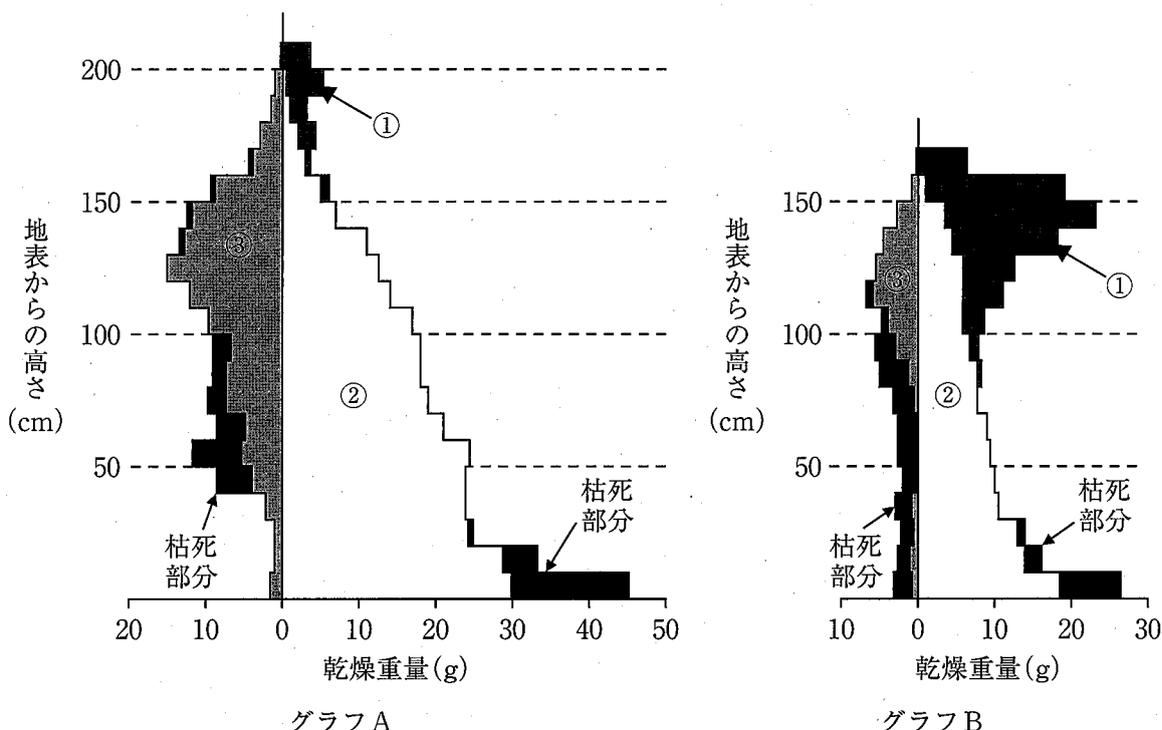


表 各部分の乾燥重量(g)

部分	グラフA	グラフB
①	12.5	77.5
②	320.0	137.3
③	115.4	30.4

林一六(1969)菅平地方における植物遷移の研究(2), 日本生態学会誌 19(2)を一部改変

問1 グラフの縦軸の右側, 左側の部分はそれぞれ何の器官を表しているか答えよ。また, グラフの中の①~③の部分の器官の具体的名称を答えよ。

問2 ススキ群落はグラフA, グラフBのどちらだと推測されるか。その理由も含めて, 120字以内で説明せよ。なお, 図表中の器官名を説明文中に用いること。

問3 表中のグラフA, グラフBの, ②に対する③の比率を, 百分率(%)で小数点第1位まで計算せよ。

問4 生産構造図から推測されるススキ群落の中での光エネルギーの利用の特徴について, 問3の解答をふまえて, 180字以内で説明せよ。