

2023年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(生物基礎・生物)

教 育 学 部：学校教育教員養成課程(科学技術教育コース)
理 工 学 部：生物科学科・化学生命理工学科・地球環境防災学科
医 学 部：医学科
農林海洋科学部：農林資源科学科(フィールド科学コース)、
海洋資源科学科(海洋生命科学コース)

問題冊子 問題…… **I** ~ **IV** ページ…… 1 ~ 8
解答用紙…… 6 枚
下書用紙…… 1 枚

教 育 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 0.5 倍とする。
理 工 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。
医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示の 0.75 倍とする。
農林海洋科学部：
(フィールド科学コース)：試験時間は 90 分，配点は表示のとおりとする。
(海洋生命科学コース)：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。
4. 解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
5. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答用紙の文字数指定のある解答欄には英数字を 1 マスに 2 文字まで入れることができる。
なお，1 マスを 1 文字として数える。
7. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
8. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
9. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
10. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

生物は細胞内で有機物を分解し、これに伴って放出されるエネルギーを用いて、生命活動に必要な ATP を合成している。このはたらきが呼吸や発酵である。呼吸では、呼吸基質の有機物が水と二酸化炭素にまで分解される。真核生物の行う呼吸によってグルコースが分解される過程は、解糖系、クエン酸回路、(1)の3段階に分けられる。解糖系では、細胞質基質に存在する酵素群によってグルコースがピルビン酸にまで分解される。この過程で生じた(2)と(3)は、 NAD^+ に渡され、 NADH が生じる。また、解糖系では、ピルビン酸が生じるまでの間に^(a)リン酸の結合した中間生成物が生じ、このリン酸を用いて ATP が合成される。解糖系で生じたピルビン酸は、ミトコンドリアの(4)に運ばれ、アセチル CoA となり、クエン酸回路に入る。アセチル CoA は(5)と結合して、クエン酸となる。クエン酸は、何段階もの反応を経て(5)にもどる。これらの過程でピルビン酸は二酸化炭素に分解される。また、反応過程で生じた大量の(2)と(3)は、 NAD^+ や(6)に渡され、 NADH や(7)が生じる。解糖系と、ピルビン酸から二酸化炭素への分解で生じた NADH や(7)はミトコンドリアの内膜にある(1)に運ばれ(2)と(3)が放出される。(3)は(1)を構成するタンパク質に次々に受け渡されていく。^(b)このときに放出されるエネルギーによって、(2)が(4)側から外膜と内膜の間(膜間)に輸送される。その結果、内膜を挟んで(2)の濃度勾配が形成され、この濃度勾配を利用して(8)が ATP を合成する。

問 1 文章中の(1)～(8)に入る適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(b)の ATP 合成は「酸化的リン酸化」と呼ばれる。では、下線部(a)の ATP 合成は何と呼ばれるか答えよ。

問 3 グルコースおよびピルビン酸の分子式を次の(ア)～(ク)から選び、記号で答えよ。

- | | | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| (ア) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ | (イ) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ | (ウ) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ | (エ) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ |
| (オ) $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_6$ | (カ) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ | (キ) $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_6$ | (ク) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$ |

問 4 次の ATP に関する (ア) ~ (オ) の文章のうち、誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ATP は分子中に 3 つの高エネルギーリン酸結合をもつ
- (イ) 生物は ATP のエネルギーを、物質合成、能動輸送、筋肉の収縮、発光などのさまざまな生命活動に利用している
- (ウ) ATP は、アデニンとリボースからなるアデノシンに、3 つのリン酸が結合した化合物である
- (エ) ATP は生体内における「エネルギーの通貨」と呼ばれる
- (オ) 生体内で ATP が ADP とリン酸に分解されると、エネルギーと H_2O が生じる

問 5 乳酸発酵でグルコースが乳酸に分解される過程について、次の語群の語をすべて用いて、100 字以内で説明せよ。なお、語群の語は何度用いてもよい。

NADH	解糖系	ピルビン酸	還元	グルコース
------	-----	-------	----	-------

問 6 ヒトの筋肉において、乳酸発酵と同じようにグルコースが乳酸に分解され、ATP が合成される反応を何と呼ぶか答えよ。

問 7 炭水化物には単糖類、二糖類、多糖類などがあり、グルコースは単糖類である。二糖類および多糖類に分類される炭水化物の名称を 1 つずつ答えよ。

問 8 呼吸基質には、炭水化物のほかに脂肪やタンパク質も用いられる。呼吸によって呼吸基質が分解されたときに発生する二酸化炭素と、消費された酸素の体積比のことを何と呼ぶか答えよ。

問 9 アルコール発酵では、グルコースが 2 つの物質に分解される。この 2 つの物質の名称を答えよ。ただし、ATP と H_2O 以外の物質とする。

II 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

遺伝子発現の最初の過程である転写は、RNAポリメラーゼが転写開始の目印となる(1)配列に結合することで始まる。真核生物では、(a)mRNA前駆体の一部分がスプライシングによって取り除かれてmRNAとなった後、(2)を^通って細胞質基質に移動する。(3)がmRNAに結合して開始コドンを認識すると翻訳が始まり、tRNAがmRNAの塩基配列に従ってアミノ酸を運搬し、アミノ酸が(3)のはたらきによってペプチド結合でつながれてタンパク質が合成される。

生物のゲノムには多数の遺伝子が存在しているが、(b)常に発現している遺伝子がある一方、環境や細胞周期、分化の段階に応じて発現が変化する遺伝子もあり、そのような遺伝子の転写は(4)が調節している。真核生物の染色体では、DNAに4種類の(5)タンパク質が結合して(6)が形成され、さらに、数珠状につながった(6)が折りたたまれて(7)繊維構造が形成される。(6)が高度に折りたたまれた状態ではRNAポリメラーゼが結合できず、そこに含まれる遺伝子の転写が抑制されるが、(4)の結合によって折りたたみがゆるんだ状態になると転写が始まる。こうした遺伝子発現の調節により、細胞が特定の形やはたらきをもつようになる。

突然変異によるDNAの塩基配列の変化が細胞の形質に影響を与えることがあるが、その影響の大きさは変異が起きる位置によってさまざまである。例えば、からだの一部が別の部分におきかわるような(8)突然変異は、(8)遺伝子の変異によって起こる。一方で、ヒトをはじめとした多くの真核生物では、(c)同じ種の個体間で、生存に大きな不都合を与えないわずかな塩基配列の違いや、短い繰り返し配列の数が異なる箇所がゲノムの中に多く存在する。

問1 文章中の(1)～(8)に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)について、転写後に取り除かれる部分と、つなぎ合わされてmRNAとなる部分に対応するDNA領域の名称をそれぞれ答えよ。

問3 下線部(b)について、生存に必要で、すべての細胞で常に発現している遺伝子を何と呼ぶか答えよ。

問4 下線部(c)のような、個体間でDNAの塩基配列に違いがある状態のことを何と呼ぶか答えよ。

問 5 転写に関する次の(ア)～(エ)の文章のうち、誤っているものを1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) RNA ポリメラーゼは5'から3'の一方方向にしかヌクレオチドをつなげられない
- (イ) mRNA になるヌクレオチドを構成する塩基は、アデニン、シトシン、グアニン、ウラシルである
- (ウ) DNA の2本鎖のうち、センス鎖がRNA ポリメラーゼに鋳型鎖として使われる
- (エ) RNA ポリメラーゼは転写開始にプライマー RNA を必要としない

問 6 翻訳に関する次の(ア)～(エ)の文章のうち、誤っているものを1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 1分子の mRNA に対し多数のリボソームが付着して翻訳が起こる
- (イ) mRNA 前駆体には、スプライシングで取り除かれる配列以外にも翻訳されない配列が含まれる
- (ウ) 終止コドンにはアミノ酸が結合していない tRNA が対応する
- (エ) 一般にタンパク質合成はメチオニンを指定する開始コドンから始まる

問 7 突然変異に関する次の(ア)～(エ)の文章のうち、誤っているものを1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 1塩基の変異でもスプライシングに異常が起こる場合がある
- (イ) メチオニンを指定するコドンに同義置換は起こらない
- (ウ) 1塩基の欠失が起こると、本来作られるポリペプチド鎖より長いものが生じることはない
- (エ) 化学物質や紫外線による DNA の損傷だけでなく、DNA 複製のときの誤りも突然変異の原因となる

問 8 RNA ポリメラーゼが5' -CAGCAT-3' の DNA 配列を鋳型鎖として合成する RNA の配列を答えよ。

問 9 ある真核生物において、146 個のアミノ酸で構成されているタンパク質がある。このタンパク質の翻訳に使われた mRNA の、開始コドン1塩基目から終止コドン3塩基目までの塩基数を答えよ。ただし、翻訳後修飾によるアミノ酸数の変化はないものとする。

問10 ヒトの遺伝子は2万個ほどあると考えられているが、タンパク質の種類は遺伝子よりずっと多く、10万種程度あると考えられている。このように、遺伝子の数を超える種類のタンパク質が作られる主な要因となる現象の名称を答えよ。また、その現象によって1つの遺伝子から2種類以上のタンパク質がつくられるまでの過程を100字以内で説明せよ。

III

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

植物は、光、温度、重力などのさまざまな物理的な刺激に対して応答しながら生活している。その中でも、(a)植物が刺激に対して一定の方向性をもって屈曲する性質は屈性と呼ばれている。刺激と同じ方向、あるいは刺激とは反対の方向に屈曲する場合をそれぞれ正、あるいは負の屈性という。屈性は植物が刺激を受けた側の部分とその反対側の部分との間で成長速度が異なることにより生じる。

マカラスムギの幼葉鞘に横から光を当てると、光を当てた方向に屈曲して成長する。つまり、正の光屈性を示す。このとき、幼葉鞘の先端で合成された植物ホルモンの一種オーキシンが、(b)光の方向に対して決まった部分に移動した後にすぐ下方に移動し、その部分の成長を促進することにより幼葉鞘が屈曲する。

植物の芽ばえを暗所で水平方向に置くと、重力の刺激によって茎および根においてオーキシンは下側に多く分布するようになる。その結果、茎は上方に、根は下方に屈曲する。つまり、(c)茎は負の重力屈性を示すのに対して、根は正の重力屈性を示す。

オーキシンが植物の成長を促進するしくみの1つに、細胞壁に対する作用が挙げられる。オーキシンの作用により、(d)細胞壁を構成する繊維状の主成分をつないでいる別の成分が切断され、細胞壁のゆるみが生じる。この細胞壁のゆるみにより、(e)膨圧が減少することが組織を構成する細胞の成長をもたらすと考えられている。

問 1 下線部(a)について、屈性とは異なり、刺激の方向とは無関係に応答する植物の性質を何と呼ぶか答えよ。また、その性質の1つの例について、植物の名称、刺激の種類、およびどのような応答が生じるのか答えよ。

問 2 オーキシンは植物の伸長成長にかかわる一群の化学物質の総称であり、天然に存在するものや、人工的に化学合成されたものが含まれる。オーキシンに分類される物質の名称を2つ答えよ。

問 3 下線部(b)について、このときオーキシンが移動する部分は光の当たる側、あるいはその反対の光の当たらない側のどちらか答えよ。また、そのことが正の光屈性を引き起こすしくみを30字以内で答えよ。

問 4 下線部(c)について、茎と根においてオーキシンが下側に多く分布するにもかかわらず、両者は異なる重力屈性を示す。この違いを引き起こすしくみを60字以内で答えよ。

問 5 下線部(d)について、この細胞壁成分の名称を答えよ。

問 6 下線部(e)について、膨圧が減少することにより細胞の成長がもたらされる理由を、植物の細胞に膨圧が生じる原理をふまえて50字以内で答えよ。

IV 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

生物の系統は、近年の DNA の塩基配列に基づく解析により明らかとなってきた。1990 年に発表されたウーズらの研究により、全生物は原核生物に属する細菌(バクテリア)と古細菌(アーキア)、そして真核生物の3つのドメインに分類された。原核生物の起源は約 40 億年前と推定され、最古の生物化石は約 35 億年前の地層から発見された。約 30 億年前には、光エネルギーを使って有機物を合成する独立栄養生物のシアノバクテリアが出現した。(a)シアノバクテリアが繁栄した痕跡は、約 27 億年前以降の地層から層状構造をもつ岩石として大量に見つかる。その後、海水中の酸素濃度が高くなると、呼吸を行う従属栄養生物が出現して次第に増えていった。真核生物は約 20 億年前に出現したと推測される。真核細胞に見られるミトコンドリアや葉緑体は、原核生物に起源をもつという(b)細胞内共生説が有力である。

問 1 細菌(バクテリア)と古細菌(アーキア)それぞれに属する生物群の名称を、次の(ア)～(エ)より1つ選んで記号で答えよ。

(ア) 乳酸菌 (イ) アメーバ (ウ) 変形菌 (エ) メタン菌

問 2 問 1 で選択した古細菌がすみ環境はどのような場所か、具体的な例を1つ答えよ。

問 3 図の(あ)～(う)のうち、現在有力と考えられている生物の3ドメインの系統関係を1つ選んで記号で答えよ。

問 4 真核生物のうち、原生生物に属するある単細胞生物の一群は、DNA の塩基配列に基づく系統解析により、最も動物界に近縁と推定された。その生物群の名称を答えよ。

問 5 下線部(a)の岩石の名称を答えよ。

問 6 下線部(b)について、真核細胞のミトコンドリアが細胞内共生により生じたと考えられる理由を3つ挙げよ。

問 7 細胞内共生説で、宿主となった生物はミトコンドリアの祖先生物との共生により、どのような能力を獲得したか、40字以内で答えよ。

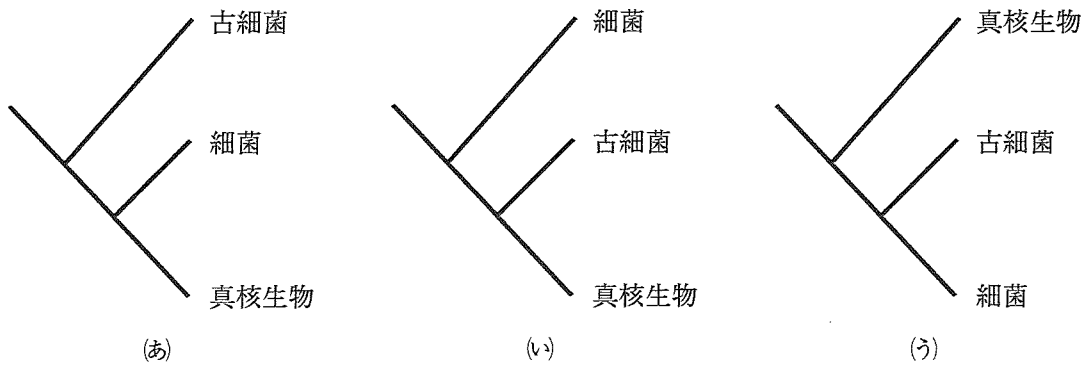


図 生物の3つのドメインの系統関係

以下白紙

