

令和2年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

生 物

〔注意事項〕

1. 監督者の指示があるまで、この冊子と解答用紙を開いてはいけません。
2. この冊子の問題は8ページからなっています。また、解答用紙は4枚、下書き用紙は2枚あります。監督者から「解答開始」の指示があったら、この冊子、解答用紙、下書き用紙を確認し、落丁・乱丁および印刷の不明瞭な箇所などがあれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
3. 解答用紙には、受験番号を記入する欄がそれぞれ2箇所あります。監督者の指示に従って、4枚全ての解答用紙(合計8箇所)に受験番号を記入しなさい。
4. この冊子の白紙や余白は、適宜下書きや計算などに使用してもよい。
5. 解答はかならず解答用紙の指定された箇所(問題番号や設問の番号・記号などが対応する解答欄の枠内)に記入しなさい。指定された箇所以外(裏面など)への解答は採点対象外です。
6. 解答用紙は、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子と下書き用紙は、持ち帰りなさい。

I 遺伝子の変異に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。必要に応じて遺伝暗号表(図1)を用いなさい。(配点率 25%)

カイコの遺伝子 X の mRNA 配列の先頭から第 90 番目までの塩基配列を、図 2 に示した。ここでは上段の左端(5'側)を第 1 番目、下段右端(3'側)を第 90 番目とし、二重線で示した 3 塩基は翻訳開始コドンである。別のカイコ個体を調査したところ、遺伝子 X の DNA に 1 個の塩基置換が生じ、その結果、翻訳開始から 2 番目のセリンがアラニンに置き換わっていた。一般に DNA に様々な突然変異が生じることにより、実際の生物集団の DNA 配列には多くの変異が見(b) つかる。しかし、私たちが遺伝子配列の調査などによって検出できる DNA 変異は実際に生じた(c) 突然変異のほんの一部にすぎない。こうした変異は病気の原因や体質の違いを生むと同時に、生物多様性の根源でもある。

問 1. 図 2 の mRNA 配列のうち下線部(ア)の鋳型となった DNA 配列を答えなさい。

問 2. 図 2 の mRNA 配列のうち下線部(イ)の配列が指定するアミノ酸配列を答えなさい。

(解答例：セリン-プロリン-トレオニン-アラニン)

問 3. 文中の下線部(a)のアラニンに対応するコドンのアンチコドン_を答えなさい。

問 4. 文中の下線部(b)の種類と原因について、下の 5 つの語句をすべて用いて簡潔に答えなさい。解答中で使用した語句には下線をつけること。

「化学物質」「挿入・欠失」「放射線」「損傷」「複製」

問 5. 文中の下線部(c)の理由として考えられることを 2 つ、それぞれ簡潔に答えなさい。

問 6. 次の記述のうち一般に正しいものをすべて記号で答えなさい。

あ) mRNA 配列に 1 塩基の欠失が生じて、それ以降の読み枠に変化が起こり、本来のアミノ酸配列が回復する。

い) mRNA 配列に 2 塩基の欠失が生じると、次のコドンが終止コドンに変化する。

う) mRNA 配列に 3 塩基の欠失が生じると、その後の翻訳は本来の終止コドンまで正常に継続する。

え) 上の、あ)、い)、う)は、いずれも正しくない。

問 7. 次の記述のうち正しいものをすべて記号で答えなさい。

- あ) グリシンを指定するコドンは、1個の塩基置換により終止コドンに変化することはない。
- い) コドンの1番目の塩基が変化したとき、指定するアミノ酸が変化しないのは、ロイシンを指定するコドンまたはアルギニンを指定するコドンである。
- う) 1個の塩基が他の塩基に変化したとき、指定するアミノ酸が必ず変化するのは、トリプトファンを指定するコドンだけである。
- え) 上の、あ)、い)、う)は、いずれも正しくない。

		2番目の塩基								
		U		C		A		G		
1番目の塩基	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)	UGA	(終止)	A
		UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	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		G
	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		G

図1 遺伝暗号表

1	45
5' - <u>AUG</u> UCU ACA UGG <u>UGG UUA GUU GUG GUG</u> GCG GCG GCG GCG GCG GCG	
	(ア)
46	90
GGG CUG GUG AGG GCC <u>GAG GAC CGC UAC</u> CAC CCG GAG CGG CUC GCG - 3'	
	(イ)

図2 遺伝子 X の mRNA 配列

II

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25 %)

A. 細胞質で行われる異化の代謝経路である解糖系では、グルコースがピルビン酸にまで分解される過程で 2 分子の ADP と 4 分子の ATP が産生される。

問 1. 右図の解糖系の反応経路について、ア～キに当てはまる代謝中間体を下記から選び、アルファベットで答えなさい。

- ~~[a] ジヒドロキシアセトンリン酸~~
- [b] フルクトース 3-リン酸
- [c] 1,3-ビスホスホグリセリン酸
- [d] グルコース 6-リン酸
- [e] グリセルアルデヒド 3-リン酸
- [f] アセトアルデヒド
- [g] フルクトース 1,6-ビスリン酸
- [h] フルクトース 6-リン酸
- [i] ホスホエノールピルビン酸
- [j] 3-ホスホグリセリン酸
- [k] リブロース 1,5-ビスリン酸

削除。試験当日訂正済み。

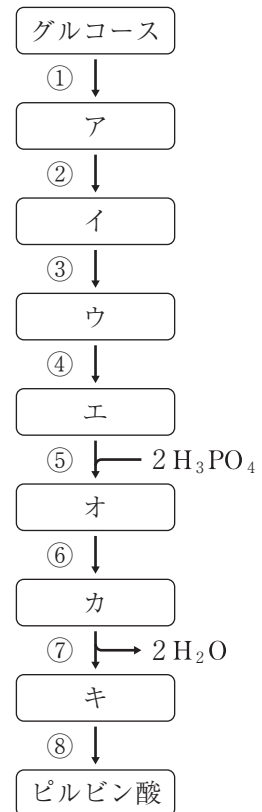


図 解糖系

問 2. ADP を産生する段階と ATP を産生する段階を、それぞれ数字 ①～⑧で答えなさい。

問 3. 還元型補酵素 NADH を生成する段階を数字①～⑧で答えなさい。

B. 解糖系で生じたピルビン酸は、好氣的条件下で活性酢酸(アセチル CoA)へと変換され、オキサロ酢酸と結合してクエン酸が生じる。クエン酸がオキサロ酢酸へと代謝されるクエン酸回路では、ATP や NADH, FADH₂, CO₂が生じる。NADH や FADH₂は電子伝達系で ATP 産生に利用される。

問 4. クエン酸回路の反応が行われるミトコンドリアの部位の名称を答えなさい。

問 5. 1 分子のピルビン酸がクエン酸回路で完全に分解されると、何分子の ATP, NADH, FADH₂が生じるか答えなさい。

C. 解糖系で生じたピルビン酸は、嫌気的な条件下でクエン酸回路以外の代謝系によって乳酸やエタノールへと還元される。

問 6. ピルビン酸, 乳酸, エタノールの組成式をそれぞれ答えなさい。

問 7. ヒト筋肉中で酸素の供給が間に合わず, グルコースから乳酸が生成する代謝系の名称を答えなさい。

問 8. 乳酸発酵において, 1分子のピルビン酸を乳酸に還元する際に用いられる NADH は何分子か答えなさい。

問 9. 酵母のアルコール発酵は酒類や食品の製造にも利用されている。パン作りにおいて, 酵母を加えて発酵させたパン生地と酵母を加えなかったパン生地では, どのような違いが生じるか簡潔に説明しなさい。また, アルコール発酵が行われることによって, 焼きあがった後のパンはどのような特徴を持つか答えなさい。

Ⅲ 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25 %)

動物は、外部からの異物の侵入に対して、粘膜から分泌される粘液が最初の防御システムとしてはたらく。例えば、ヒトの気管内部では、粘液が常に分泌され、繊毛運動^(a)により肺とは反対方向に流れを作ることによって、異物の侵入を防いでいる。涙腺も同じようなはたらきをもつ。また、体外に分泌する唾液、粘液、尿は弱酸性、胃液は強い酸性を示す。これらの酸性液は化学的な防御機構としてはたらくが、pHだけでなく、リゾチームやディフェンシン^(b)などのタンパク質も防御機構としてはたらく。

物理的あるいは化学的な防御機構をうまくすり抜けて体の中に侵入した細菌やウイルスなどの非自己の病原体には、病原体を排除する免疫と呼ばれるシステムがはたらく。ヒトの免疫には、生物が生まれながらにして持っている自然免疫と生後体内に侵入してきた非自己成分に対して誘導される獲得免疫がある。

自然免疫は、侵入した病原体を好中球やマクロファージあるいは樹状細胞などが食作用により排除する。これらの細胞は、パターン認識受容体^(c)で病原体を認識して食作用^(d)を行う。さらに、活性化されたこれらの細胞は、認識した成分の違いによりサイトカインと総称される情報伝達物質を分泌する。サイトカインは、免疫を担う細胞に作用し増殖、分化、活性化を引き起こすことで免疫反応を促進する。一方、感染部位で病原体を取り込んだ樹状細胞は、リンパ節に移動し獲得免疫を始動させる。

獲得免疫を担っている細胞はリンパ球である T 細胞と B 細胞である。樹状細胞は細胞内に取りこんで分解した病原体に由来する抗原を MHC 分子とともに細胞表面に提示する。抗原により活性化されたあるタイプの T 細胞は、B 細胞を活性化し抗体産生を誘導する。また、別のタイプの T 細胞は直接病原体を排除する。抗体は、免疫グロブリン^(e)と呼ばれるタンパク質であり、そのアミノ酸配列は遺伝子により決められている。ヒトは、遺伝子の数よりも多くの種類の免疫グロブリンを作り出すことができる^(f)。利根川進は、このように多くの免疫グロブリンを作り出す仕組みを解明し、1987 年ノーベル生理医学賞を受賞している。

問 1. 下線部(a)の繊毛運動は、微小管のはたらきにより引き起こされる。微小管を構成している球状タンパク質の名称を答えなさい。また、微小管と作用するモータータンパク質を2種類答えなさい。

問 2. 下線部(b)のリゾチームとディフェンシンについて、それぞれのはたらきを答えなさい。

問 3. 下線部(c)のパターン認識受容体は、細菌の細胞壁や鞭毛成分あるいはウイルスの核酸などを標的としている。その理由を150字以内で説明しなさい。

問 4. 下線部(d)の食作用で, 病原体などの分解を担う細胞小器官を答えなさい。

(問5は掲載していません)

問 6. 下線部(f)について, 多様な免疫グロブリンができる仕組みを 200 字以内で説明しなさい。

IV 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25%)

植物は一生を通じて環境情報を受容し、環境に応じて形態などを変化させながら成長や生殖を行っている。例えば、果実の中で成熟した種子の多くは、形成後のある期間は発芽に適した条件下でも発芽しない。この状態を(ア)という。これは種子の形成過程で(イ)が蓄積し、発芽を抑制するためである。(ア)中の種子は植物の生育に適さない環境にもかなり長期間耐えることができる。種子の中には、低温にさらされたり、光が当たることなどで、(イ)などの発芽抑制物質が減少したり、(ウ)などの発芽促進物質が増加するものもある。これにより(ア)が終了し、発芽可能になる。このように、植物の形態形成や生理的状态は、植物体内の特定部位で合成される植物ホルモンと総称される一群の物質によって調節されている。

(a) 植物の環境応答は、環境の変化の感知から始まる。環境要因のなかでも植物にとって特に重要な光は、光合成に必要なエネルギー源であるだけでなく、環境応答の重要な情報である。植物は光受容体と呼ばれる物質を数種類もっており、光に敏感に反応する。光によって植物の発生や分化の過程が調節される現象は(エ)と呼ばれる。発芽に必要な種子を光発芽種子とよぶ。(b) 光発芽種子は赤色光を照射すると発芽が促進されるが、遠赤色光を照射すると発芽はほとんどみられない。赤色光と遠赤色光を交互に照射した場合は、最後に照射された光によって、発芽するかどうか決定される。(d) 発芽の促進には(オ)という光受容体が関わっている。

多くの植物にとって、日長は花芽形成を左右する、特に重要な環境要因である。花芽形成に影響を与えるのは、明期の長さではなく、連続した暗期である。このように花芽形成が起きるかどうかの境界となる連続した暗期は(カ)とよばれる。(e)

問 1. (ア)~(カ)に適切な語句を答えなさい。

問 2. 下線部(a)に関して、果実の成熟と傷害ストレスにはたらく植物ホルモンをそれぞれ答えなさい。

問 3. 下線部(b)に関して、青色光の光受容体名を2つ答えなさい。また、それぞれに関与する現象を書きなさい。

問 4. 下線部(c)に該当する植物を下記からすべて選び、記号で答えなさい。

- (あ) イネ (い) カボチャ (う) タバコ (え) ケイトウ
(お) シロイヌナズナ (か) マツヨイグサ (き) シソ (く) オオバコ

問 5. 下線部(d)の波長に該当する数値をそれぞれ選び、記号で答えなさい。

- (あ) 600 nm (い) 660 nm (う) 730 nm (え) 800 nm (お) 850 nm

問 6. 下線部(e)に関して、短日植物と長日植物の花芽形成と光条件を下の図1に表した。暗期の期間中に一時的に光を照射した処理1と処理2では、短日植物と長日植物の花芽形成はどうなるか、(あ)から(え)の結果をそれぞれ○×で答えなさい。

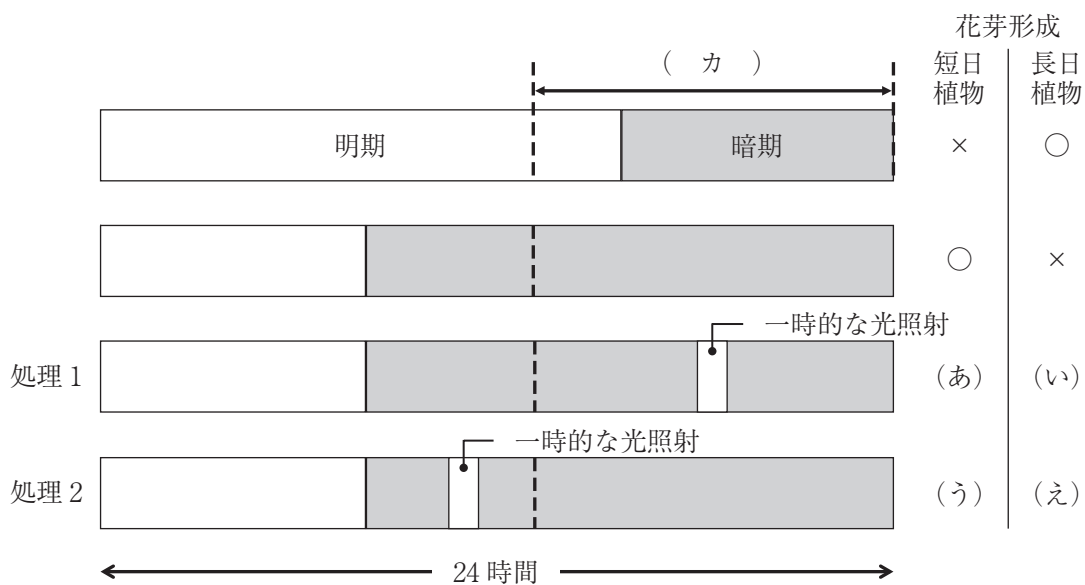


図1 短日植物と長日植物の花芽形成と光条件

(以 上)