

2024（令和6）年度 福岡女子大学 一般選抜個別学力検査

〔 前期日程試験問題 〕

生 物

【 90 分 】

注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 問題は4ページから9ページにあります。問題は全部で**3題**です。
- 3 解答用紙には裏面にも解答欄があります。
- 4 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 5 試験開始と同時に解答用紙の**受験番号欄に受験番号**を記入してください。
- 6 試験終了後、**問題冊子は持ち帰ってください**。

【I】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

生物は細胞構造の違いから、(ア) と (イ) に大別される。ところが、アメリカのカール・ウーズらは、すべての生物が共通してもつリボソーム RNA の塩基配列をもとに a) 分子系統樹 を描くことによって、(ア) には 2 つの異なる生物群、つまり (ウ) と (エ) が含まれ、生物の世界は (イ)、(ウ)、(エ) に大別されるという 3 ドメイン説を提唱した。(ウ) の中には大腸菌やシアノバクテリアのような、我々にとって比較的なじみ深い微生物が含まれる。一方、(エ) の中には、b) 超好熱菌 や高度好塩菌のような、極限環境に生息する微生物が多く含まれる。

核やミトコンドリアなどの (オ) をもつ (イ) は、(カ)、植物、動物、菌類から構成されている。(カ) の中には、繊毛虫類、ミドリムシ類、粘菌類、c) 藻類 などが含まれる。近年、DNA の塩基配列を比較した解析によって、(カ) の多様性は (イ) の多様性の大部分を占めており、植物、動物、菌類は、それぞれ (カ) に属していた祖先から独立に進化してきた生物であることが明らかにされた。例えば、淡水に生息しているシャジクモ藻類は、d) 植物との共通点が多く、植物の直接の祖先であると考えられている。また、(カ) の一群である (キ) 類は、DNA の塩基配列を比較した解析などに基づいて、動物の祖先であると考えられている。(キ) 類は、原始的な動物である (ク) がもつ (ケ) 細胞と形態的に酷似していることでも知られる。

菌類には、酵母などの単細胞のものも存在するが、ほとんどは多細胞であり、生態系の中では分解者として重要な役割を果たしている。鞭毛をもつ遊走子とよばれる胞子をつくる (コ) 類は、菌類の中で最も初期に分岐した群であると考えられている。(コ) 類以外の菌類は鞭毛をもたず、有性生殖の様式により、接合菌類、グロムス菌類、子う菌類、担子菌類に分類される。

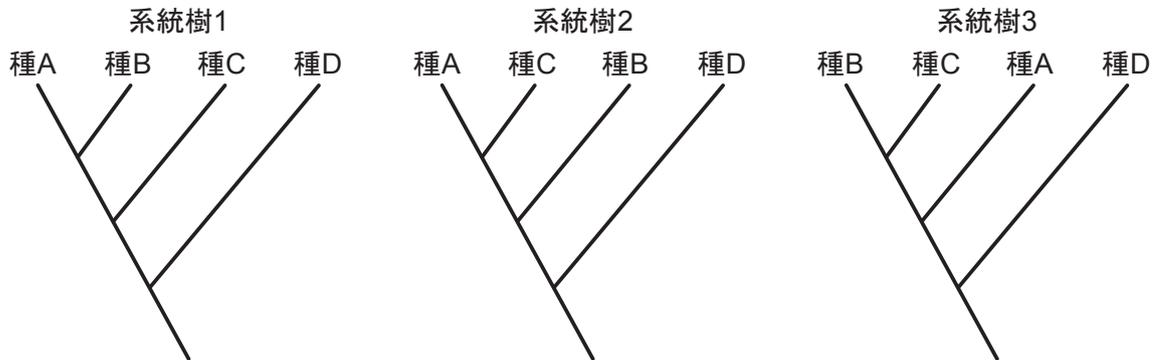
問1 本文中の (ア)～(コ) に最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部 a) に関連した以下の問いに答えよ。

分子系統樹は、DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列などのデータを生物間で比較することで作成される。例えば以下の表は、4 つの生物種 (種 A～種 D) のもつ DNA 配列において互いに対応する、ある 6 塩基部分 (塩基 No. 1～6) を示したものである。種 D は種 A～種 C と系統的に最も遠く離れていることとする。

	1	2	3	4	5	6
種 A	T	G	A	G	C	A
種 B	T	G	G	G	C	A
種 C	T	C	A	T	C	A
種 D	T	C	A	G	T	A

種 A ～種 C の進化的な関係は下記の図にある 3 通り（系統樹 1 ～ 3）が考えられる。種間で塩基が異なる塩基 No. に注目し、それぞれの系統樹のどこで塩基が変化したのかを考え、進化の過程で塩基の変化の総数が最も少なくなる系統樹はどれか選択し、番号で答えよ。また、選択した系統樹において、最低で何回の塩基置換が起こったと推定されるか答えよ。



問 3 下線部 **b)** に関連した以下の問いに答えよ。

ポリメラーゼ連鎖反応（PCR）法では、一般的に 90℃以上の高温で生息できる超好熱菌由来の DNA ポリメラーゼが用いられる。その理由を 100 字以内で説明せよ。

問 4 下線部 **c)** に関連した以下の問いに答えよ。

コンブやワカメに代表される褐藻類の葉緑体が誕生した進化プロセスは、アサクサノリに代表される紅藻類の葉緑体が誕生した進化プロセスとは異なる。どのように異なっているのかを 100 字以内で説明せよ。

問 5 下線部 **d)** に関連した以下の問いに答えよ。

動物にはみられない、シャジクモ藻類と陸上の植物との共通点を 2 つ挙げよ。

【Ⅱ】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

ヒトの血液は、細胞成分と液体成分からなる。液体成分は、(ア) と呼ばれる。(ア) には、タンパク質が含まれており、様々な機能をもつ。たとえば a) 血液凝固 の過程では、(ア) に含まれる (イ) というタンパク質が (ウ) という繊維状のタンパク質に変化することで血ペいを生じる。また、免疫系のはたらきによりつくられるタンパク質である (エ) は、抗原と特異的に反応し、抗原のはたらきを抑えることで、生体防御に役立っている。

(ア) には、タンパク質以外にもグルコースやアミノ酸、(オ)、ホルモン、無機塩類などが含まれている。グルコースは細胞のエネルギー源として重要で、血液中では約 0.1 % の濃度に保とうとするしくみがある。このしくみには、間脳の (カ) に存在する調節中枢、b) 自律神経系 および c) ホルモン が関与する。また、血液中のアミノ酸は細胞に取り込まれ、タンパク質や核酸などの材料として利用されるとともに、有機酸へと変換されて呼吸により消費される。この過程で生じるアンモニアは毒性が高いため、(キ) という器官で (オ) に変換され、(オ) は腎臓を通じて排泄される。

血液の細胞成分では、(ク) が最も多い。(ク) の細胞質基質に含まれるタンパク質のうち、最も多く含まれているものは酸素と結合する (ケ) である。血液中の酸素分圧が高いときほど、酸素と結合した (ケ) の割合が多くなる。ある酸素分圧のときの、酸素と結合した (ケ) の割合 (酸素飽和度) を縦軸に、その時の酸素分圧を横軸にとって作成したグラフを酸素解離曲線という。酸素と (ケ) の結合のしやすさは、二酸化炭素の分圧の影響も受ける。下の 図 1 は、二酸化炭素分圧が 20 mmHg (A の曲線)、40 mmHg (B の曲線)、80 mmHg (C の曲線) のときの成人における (ケ) の酸素解離曲線を示したものである。なお、mmHg は圧力の単位である。

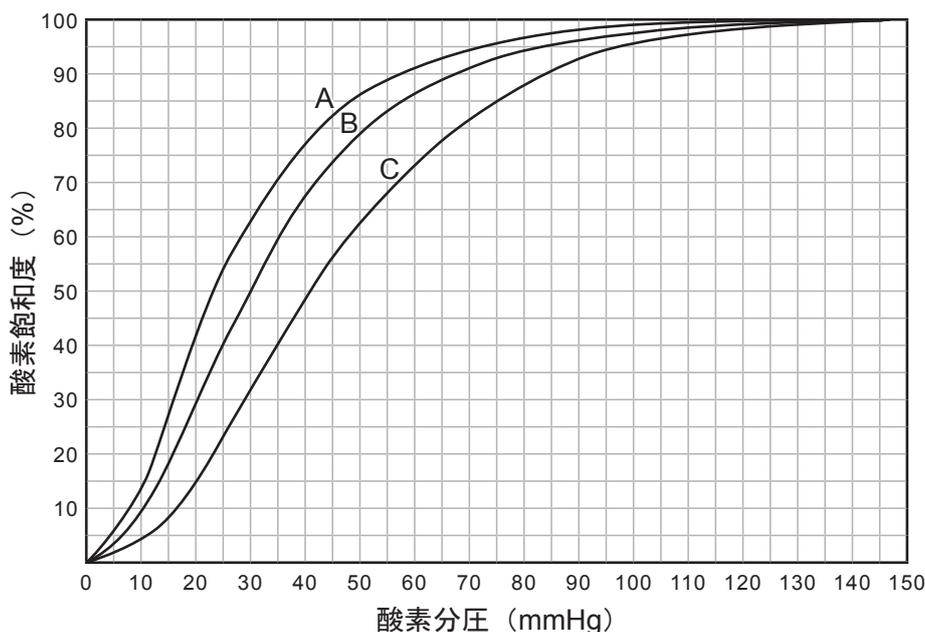


図 1 (ケ) の酸素解離曲線

- 問1 本文中の(ア)～(ケ)に最も適切な語句を入れよ。
- 問2 下線部 a) の血液凝固には、血液の細胞成分も関与する。この細胞成分の名称を答えよ。
- 問3 (イ) を(ウ) に変化させる酵素の名称を答えよ。
- 問4 (エ) の構造のうち、抗原と結合する部分の名称を答えよ。
- 問5 下線部 b) は2つの神経からなる。血液中のグルコースの濃度が低下すると刺激される神経の名称を答えよ。
- 問6 下線部 c) のホルモンには、血液中のグルコースの濃度を上昇させるものと低下させるものがある。低下させるホルモンの名称を答えよ。
- 問7 1.0 g の(ケ) がすべて酸素と結合した場合、1.5 mL の酸素と結合できる。肺胞内の酸素分圧は 100 mmHg、二酸化炭素分圧は 40 mmHg である。一方、ある組織内の酸素分圧は 20 mmHg、二酸化炭素分圧は 80 mmHg である。血液 100 mL に(ケ) が 15 g 含まれている場合、この組織に対し血液 100 mL が輸送する酸素の体積を図 1 の酸素解離曲線を用いて計算せよ。計算過程も書くこと。
- 問8 胎児期に産生される(ケ)には、二酸化炭素分圧 40 mmHg のとき、酸素解離曲線が図 1 の B の曲線にならず、図 1 の A の曲線によく似た曲線となるものが多い。このような胎児期の(ケ)の性質は、どのような利点を有するかを説明せよ。

【Ⅲ】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

すべての生物は細胞からできており、生物種が異なっても、細胞には共通の特徴がある。生物体内では、多くの化学反応が行われている。なかでも、代謝と呼ばれる一連の化学反応は生物に共通するものである。代謝は、エネルギーを用いて化学的に、簡単な物質からより複雑な物質を合成する（ア）の過程と、複雑な物質を簡単な物質に分解する（イ）の過程に大別される。（イ）の過程では「エネルギーの通貨」に例えられる物質 ATP がつくりだされる場合がある。

（イ）の過程によって細胞呼吸（呼吸）の際に分解される有機物は、（ウ）とよばれる。（ウ）を分解して ATP を合成する反応には、酸素を利用する呼吸や、酸素を利用しない（エ）がある。呼吸の過程は、細胞質基質で行われている（オ）に加えて、真核生物の場合はミトコンドリアで進行する（カ）回路と（キ）の 3 つの反応系に大別される。一方、（エ）では、（キ）ははたらいていない。

（オ）では、まず（ウ）として代表的な物質グルコース 1 分子が、（ク）分子の ATP からエネルギーを受けとって、2 分子の C3 化合物（グリセルアルデヒドリン酸）になった後、いくつかの段階を経て最終的には（ケ）となる。（オ）の過程では、グルコース 1 分子あたり差し引き（コ）分子の ATP がつくられることになる。さらに、（ケ）は、ミトコンドリアの（サ）に取り込まれると、C2 化合物（アセチル CoA）に変えられて（カ）回路に入り、補酵素の還元型である（シ）と FADH₂ がつくられる。そして、（シ）と FADH₂ は、ミトコンドリアの（ス）に存在する（キ）でまず酸化されて、その後次々と酸化還元反応が起こる。そして最後は電子が（セ）に受容され、遊離していた H⁺ と反応して H₂O が生成される。その結果、電子が持っていたエネルギーと ATP 合成酵素のはたらきにより、ATP が生成される。このように、物質が酸化される過程で取り出されたエネルギーを用いて ATP を合成する反応は、（ソ）とよばれる。

他にも、生物に共通する性質として、a) 外界の環境が変化したとき、体内の状態を一定に保つためにその変化を受容して応答することや、b) 自分と同じ細胞を複製することなどがある。

問 1 本文中の（ア）～（ソ）に最も適切な語句あるいは数値を入れよ。

問 2 呼吸の反応式をまとめると、次のようになる。



上の式の $\boxed{\text{A}}$ ～ $\boxed{\text{C}}$ に適切な係数を入れ、反応式を完成せよ。また、この反応の呼吸商を求める式を記入し、値を答えよ。

問3 ヒトは1日で消費されるエネルギーの約半分を ATP 合成に使っていることが知られている。1日 1000 kcal が ATP 合成に使用されているとすると、1日に合成される ATP の質量は何 kg になるか。質量を求める式を記入し、値を答えよ。なお、1モルの ATP を合成するために必要なエネルギーは 10 kcal とし、ATP の分子量は 507 とする。有効数字は 3 桁で答えよ。

また、ヒト体内にある ATP 量はいつの時点でも数 10 g と推定されている。この推定値と、上で算出した 1日に合成されると考えられる ATP 量を比較して、ヒトの体内で ATP がどのように利用されているかを答えよ。

問4 下線部 a) に述べられているように、多くの植物は生育場所が固定されており、環境からの影響を直接受けながら生活している。植物の芽生えを水平に置くと、茎は重力の方向とは反対方向に屈曲し、根は重力の方向に屈曲する。図 1 に示すように、オーキシンは茎でも根でも、適当な濃度であれば成長を促進するが、濃度が高すぎると成長を抑制する。植物の芽生えが横に倒れると、重力の刺激で茎でも根でもオーキシンの濃度が下側に多く分布する。このオーキシンのはたらきから、なぜ茎と根が重力の方向に対して異なる方向に屈曲するのかを説明せよ。

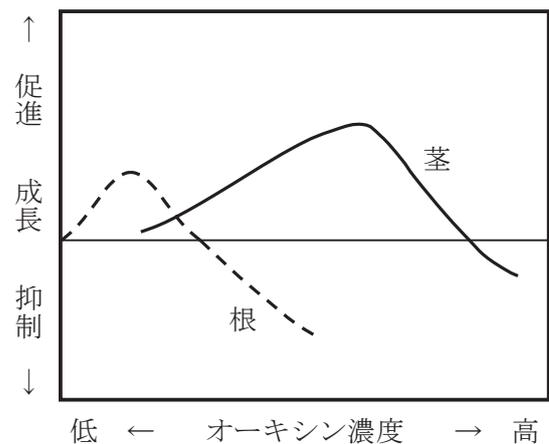


図 1 茎や根の成長に及ぼすオーキシンの効果

問5 細胞は自分をつくりあげる情報を DNA としてもっている。下線部 b) の際に起こっている DNA の複製について、次の用語すべてを用いて説明せよ。

使用する用語：ヌクレオチド鎖、DNA ポリメラーゼ、3'、5'、リーディング鎖、ラギング鎖、DNA リガーゼ、プライマー

