

2020（令和2）年度 福岡女子大学 一般入試個別学力検査

〔 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4～9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。

窒素原子は、タンパク質の構成単位であるアミノ酸や、核酸の構成単位であるヌクレオチドに含まれており、生物にとって重要な元素である。また、窒素原子はさまざまな状態で生態系内を循環しており（図1）、そこには多くの生物のはたらきが関与している。

生態系での窒素の循環では、まず a) ある種の細菌が、大気中の窒素ガス（ N_2 ）を取り込んでアンモニウムイオン（ NH_4^+ ）等の窒素化合物を作り出す（ア）によって、大気圏から生物圏へと窒素が輸送される。（ア）の反応は（イ）のエネルギーを利用し、（ウ）と呼ばれる酵素のはたらきによって触媒される。

（エ）は、土壤中に存在するある種の細菌が（イ）を合成するときに行う代謝に伴って、b) 硝酸イオン（ NO_3^- ）や亜硝酸イオン（ NO_2^- ）等から窒素ガスを生成し、それを大気中に放出する、つまり（ア）とは逆のプロセスである。

硝化作用は、c) 亜硝酸菌によってアンモニウムイオンが亜硝酸イオンに、さらに硝酸菌によって亜硝酸イオンが硝酸イオンに酸化されるプロセスである。これらの細菌は、無機物の酸化反応によって生成したエネルギーを利用して、二酸化炭素から有機物を合成する、つまり d) 炭酸同化をすることができる（オ）細菌である。

植物は硝酸イオン等を根から吸収する。植物に吸収された硝酸イオンは、亜硝酸イオンを経てアンモニウムイオンに変換される。アンモニウムイオンは、（イ）のエネルギーを用いて（カ）合成酵素のはたらきによって（キ）と結合し、（カ）がつくられる。（カ）のアミノ基（ $-NH_2$ ）の1つは（キ）合成酵素のはたらきによって（ク）に渡されることで、2分子の（キ）が生成する。（キ）は細胞質基質に運ばれ、細胞質基質中の（ケ）のはたらきによってさまざまな（コ）にアミノ基が移り、結果として色々な種類のアミノ酸が生じる。そして、それらのアミノ酸はタンパク質や核酸等の有機窒素化合物を合成する際の材料となる。これが植物による e) 窒素同化である。

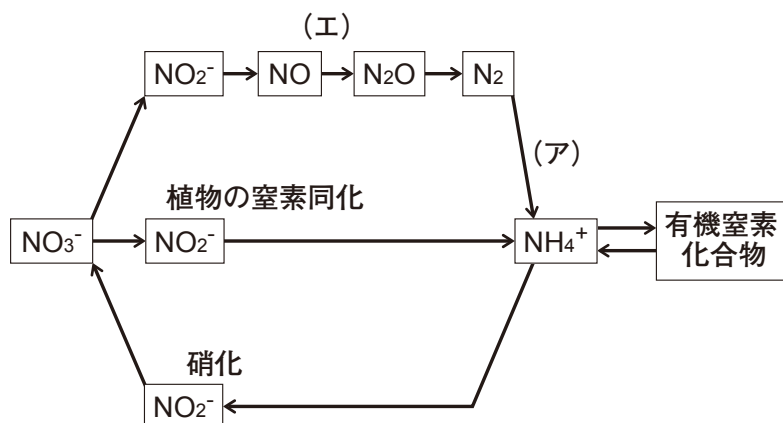


図1 生態系の中でとり得る窒素の様々な形態

問1 (ア)～(コ) に当てはまる最も適切な語句を以下から選択せよ。

ケトグルタル酸、脱窒、ATP、カタラーゼ、グルタミン酸、窒素固定、アミノ基転移酵素、化学合成、シャペロン、有機酸、ニトロゲナーゼ、グルタミン

問2 下線部 a) に関連した以下の問いに答えよ。

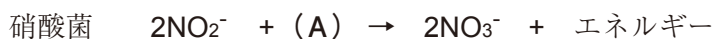
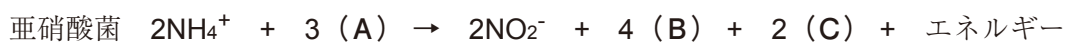
(ア) を行う細菌のなかには、ダイズ等のマメ科植物の根に住みついている根粒菌がいる。そのマメ科植物と根粒菌は、お互いが利益を得る相利共生の関係にある。お互いにどのような利益があるか 100 字以内で説明せよ。

問3 下線部 b) に関連した以下の問いに答えよ。

大量の化学肥料を用いる近代農業がひきおこす環境問題の解消において、下線部 b) の反応は重要なはたらきを担っている。この反応が、環境への負荷を抑制するはたらきを 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。

亜硝酸菌および硝酸菌による硝化作用は、以下の化学反応式で示すことができる。(A)～(C) に当てはまる化学式を答えよ。



問5 下線部 d) に関連した以下の問いに答えよ。

硝化作用を行う多くの細菌も光合成を行う植物も、同じ反応回路を用いて二酸化炭素を固定している。その反応回路の名称を答えよ。

問6 下線部 e) に関連した以下の問いに答えよ。

動物の窒素同化は植物のものと異なる。動物の窒素同化は、どのように行われるか 150 字以内で説明せよ。

【Ⅱ】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

生物の遺伝情報は DNA によって受け継がれている。DNA は 2 本の鎖からなる構造をしており、それぞれの鎖はヌクレオチドと呼ばれる単位が繰り返してできている。ヌクレオチドは (ア)、(イ) および (ウ) から構成されている。(ア) の各炭素原子はダッシュ付きの番号で表されていて、(イ) は 1 番目の炭素原子に、(ウ) は 5 番目の炭素原子に結合している。また、3 番目の炭素原子にはヒドロキシ基が結合しており、隣り合うヌクレオチド同士は、一方の (ウ) ともう一方のヒドロキシ基が (エ) 結合により結合している。

細胞が分裂する際には、DNA の持つ遺伝情報は分裂した 2 個の細胞に正確に伝えられる必要がある。この時、1 分子の DNA から同じ DNA が 2 分子つくられる過程を複製と呼ぶ。DNA の複製は、原核細胞でも真核細胞でも a) 半保存的に複製されることがわかっている。図 1 は、DNA の複製を示している。

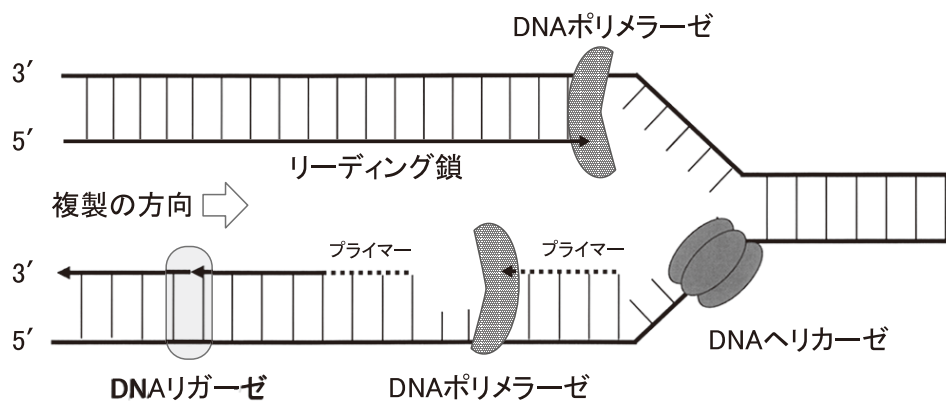


図 1 DNA 複製の仕組み
上図の矢印は新たに合成された鎖を示す。

複製の際に起こる新しい DNA を作る過程を DNA の合成と呼ぶ。DNA の合成では DNA ポリメラーゼと呼ばれる酵素が、b) 鋳型 DNA の情報を元に 5' から 3' の方向に新しいヌクレオチドを次々と付加していく。この合成に使われるヌクレオチドには、3 つの (ウ) がついており、その外側の 2 つの (ウ) が一緒に外れる際のエネルギーを利用してヌクレオチドは付加されていく。また、非常に低い確率ではあるが、DNA ポリメラーゼは新しく合成している DNA 鎖に間違ったヌクレオチドを挿入してしまうことがある。しかし、DNA ポリメラーゼは、誤ったヌクレオチドが結合した時は複製を止め、そのヌクレオチドを取り除いた後に正しいヌクレオチドに入れ直して修復する校正機能をもっている (図 2-a)。

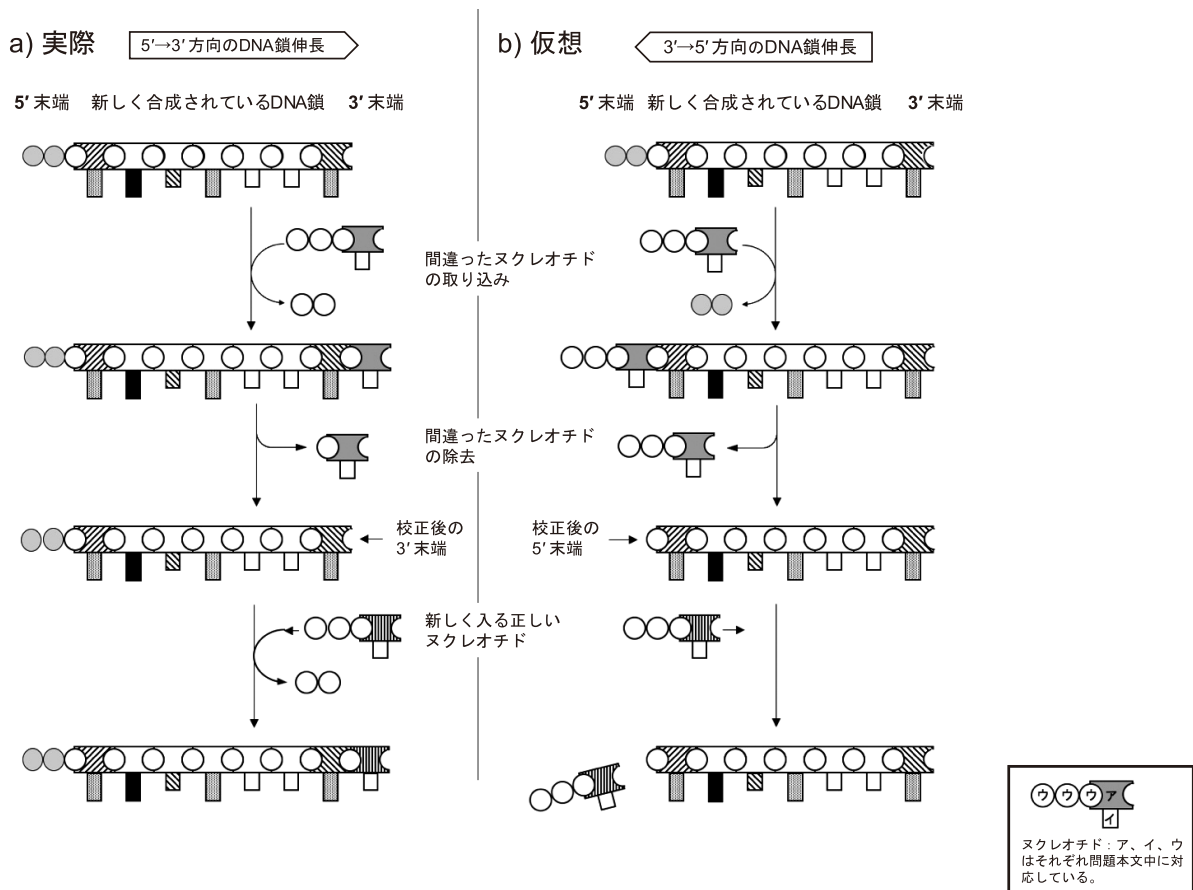


図2 DNAの複製と校正

a) 実際の伸長方向、b) $3' \rightarrow 5'$ 方向への仮想的な伸長

上図では、新しく合成されているDNA鎖に対合する鋳型DNA鎖は省略されている。

問1 (ア)～(エ)に最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部a)について、半保存的複製とはなにか50字以内で説明せよ。

問3 下線部b)について、鋳型DNAの配列が $5' \text{ GAATTC } 3'$ だった場合、新しく合成されるDNAの配列を5'側から記入せよ。

問4 下線部b)について、らせんが開かれていく方向と同じ方向にDNAの合成が進むリーディング鎖と、それとは逆に合成が進む鎖では、DNA合成のしくみは異なる(図1)。このリーディング鎖とは逆方向に合成される鎖の名称を答えなさい。さらに、この鎖のDNA合成のしくみを75字以内で説明せよ。

問5 下線部b)について、 $3'$ から $5'$ の方向にDNAの合成が進んだ場合には、どのような不都合が生じると考えられるか、間違ったヌクレオチドを取り込んだ時のDNA校正(図2-b)を参考に説明せよ。

【Ⅲ】 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

腎動脈から腎臓に送り込まれた血液は、腎小体の（ア）に送られる。（ア）では、血圧により水分とともに a) 血液中の物質の一部がボーマンのうへとろ過される。ボーマンのうへに押し出された液体は（イ）と呼ばれる。（イ）は腎細管（尿細管、細尿管）へと送られ、水分とともに濾過された物質の一部は再吸収される。その後、（イ）は（ウ）に送られ、さらに水分等が吸収されて尿になる。腎細管や（ウ）での水分やナトリウムイオンの再吸収はホルモンによっても調節される。ホルモンの（エ）は、腎細管や（ウ）に作用し、ナトリウムイオンと水分の再吸収を増やす。また、ホルモンの（オ）は（ウ）に作用し、 b) 水分の再吸収を促進する。

インスリンは（ア）でろ過される物質であり、ボーマンのうへ中の（イ）のインスリン濃度は血しょう中のインスリン濃度と等しい。また、腎細管や（ウ）で再吸収も排泄もされない性質をもつ。同じ被験者に対し、以下の実験1と実験2を行った。

実験1

インスリンの溶液を血中に持続的に注入することで、血しょう中のインスリン濃度を 0.02g/L に保ちながら、1時間尿を採取した。尿中のインスリン濃度を測定したところ、2.5g/L であった。また、尿量は 60mL だった。

実験2

グルコースを血液中に注射し、血しょう中のグルコース濃度を変化させ、尿中に排泄されるグルコース量を測定した。図1の実線は、血しょう中のグルコース濃度と1分間あたり尿へ排泄されるグルコース量の関係を示している。

問1 （ア）～（オ）に最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部 a) の「血液中の物質の一部」に当てはまらないものは次のうちどれか。記号で答えよ。

- ①メチオニン、②アドレナリン、③免疫グロブリン、④乳酸、⑤尿酸

問3 （エ）と（オ）が分泌される部位をそれぞれ答えよ。

問4 （オ）の分泌は、血液中の物質の濃度（血しょう浸透圧）が上昇すると、促進される。血液中の物質の濃度上昇を感知する中枢神経系の場所を答えよ。

問5 下線部 b)の現象は、(ウ) を構成する細胞の細胞膜で、水を通すチャネルタンパク質の働きが変化することによる。このタンパク質の名称を答えよ。

問6 実験1の結果から、1分間に生成される (イ) の量 (mL) を計算せよ。

問7 (イ) のグルコース濃度が増加すると、ある濃度 A までは腎細管でのグルコース再吸収量は増加するが、それ以上の濃度ではグルコース再吸収量は一定となる。図1に示した結果から、この濃度 A (mg/100mL) に最も近い値を次のうちから選び、番号で答えよ。

- ① 200 ② 300 ③ 400

問8 実験1と実験2の結果から、(イ) のグルコース濃度が濃度 A よりも高い時、尿へのグルコース排泄量 Y (mg/分) は、腎細管でのグルコース再吸収量の最大値 B (mg/分) と血しょう中のグルコース濃度 X (mg/100mL) を用いて、どのような式で表されるか答えよ。

問9 実験1と実験2の結果から、腎細管でのグルコース再吸収量の最大値 B (mg/分) を求めよ。

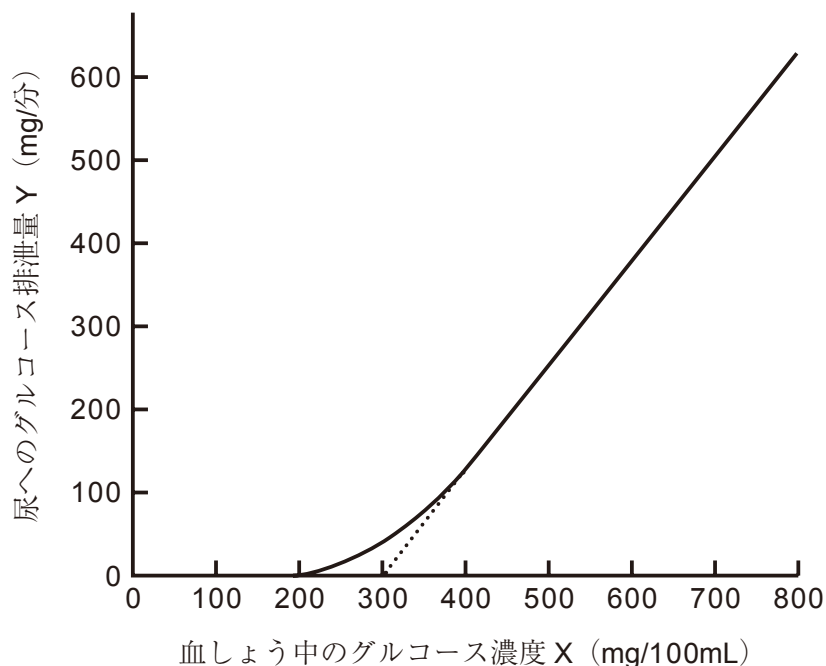


図1 血しょう中のグルコース濃度が増変した際の尿へのグルコース排泄量

