

2019年7月14日実施

2020年度（夏季）

立教大学大学院理学研究科博士課程前期課程 生命理学専攻 入学試験問題

（生命理学）

[注意] \*合図があるまでこのページをめくらないこと。

1. 解答用紙が5枚配られていることを確認せよ。そうでない場合は挙手して試験監督者に伝えよ。
2. 配られたすべての解答用紙に受験番号を記入せよ。
3. 解答はすべて解答用紙に記入し、問題ごとに解答用紙1枚を使用せよ。解答用紙の裏面を使用してもよいが、その場合には表面の所定の欄に○印を記入すること。
4. 問1～10の中から5問を選び解答せよ。ただし、6問以上答えてはならない。
5. 解答用紙の左上に、選択した問題の番号を記入すること。たとえば問1を選択した場合には、「1」ではなく「問1」と記入すること。
6. 質問がある場合は挙手して試験監督者に伝えよ。

問1. 細胞内情報伝達に関する次の設問(1)～(4)に答えよ。

- (1) ヘテロ三量体 G タンパク質を直接活性化する受容体分子を一般的に何と呼ぶか。その名称を答えよ。
- (2) ヘテロ三量体 G タンパク質は細胞膜近傍に局在する。ヘテロ三量体 G タンパク質が細胞膜近傍に局在することが必要な理由と、細胞膜近傍に局在するしくみを説明せよ。
- (3) ヘテロ三量体 G タンパク質のサブユニットの中で、単量体 G タンパク質と構造的に類似しているサブユニットの名称を記し、そのサブユニットと単量体 G タンパク質に共通する特徴を述べよ。
- (4) ヘテロ三量体 G タンパク質の標的酵素の1つであるアデニル酸シクラーゼ(アデニル酸環化酵素)が触媒する反応の反応式を書け。また、グリコーゲン代謝におけるアデニル酸シクラーゼの生理的機能を説明せよ。

問2. 遺伝子発現に関する次の設問(1)～(3)に答えよ。

- (1) バクテリアの遺伝子の転写について、次の語句をすべて用いて説明せよ。

(語句) シグマ因子、プロモーター、オペレーター、リプレッサー、ターミネーター、  
アクチベーター、オペロン、レギュロン

- (2) バクテリアでは転写によって生じた RNA がそのまま mRNA として機能するが、真核生物では、転写されて生じた RNA は様々な加工を受けた後で mRNA になる。3 種類の加工について説明せよ。
- (3) トランスファーRNA(tRNA)に関して、その機能と構造の特徴を説明せよ。

問3. 以下の設問(1)～(3)に答えよ。計算の過程を明示すること。なお、解答は有効数字2桁とし、必要なら次の値を用いよ。気体定数  $R = 8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、 $\ln 2 = 0.69$ 。

- (1)  $pK_a = 3.5$  のカルボキシル基は pH 2.5、3.5、5.5 でそれぞれ何%解離しているかを求めよ。
- (2) ミカエリス・メンテン型のある酵素反応の、基質濃度  $200 \mu\text{M}$  での活性は  $60 \text{ s}^{-1}$ 、基質濃度  $800 \mu\text{M}$  での活性は  $120 \text{ s}^{-1}$  であった。この酵素反応のミカエリス定数( $K_m$ )、最大活性( $V_{\max}$ )を求めよ。
- (3) グルコース-6-リン酸をグルコース-6-リン酸イソメラーゼ存在下におくと、フルクトース-6-リン酸との平衡混合物になる。300K で平衡状態に達したとき、フルクトース-6-リン酸はグルコース-6-リン酸の半分の量であった。この異性化反応の 300K における生化学的標準反応ギブスエネルギー変化を求めよ。

問4. 代謝とエネルギー産生に関する次の設問(1)～(5)に答えよ。

- (1) ミトコンドリアおよび葉緑体における電子伝達系のそれぞれについて、①電子供与体、②最終電子受容体、③電子伝達系が存在するオルガネラ内の部位を答えよ。
- (2) ミトコンドリアでの ATP 産生機構を説明せよ。
- (3) 緑色植物とは異なり、ある種の光合成細菌は酸素を発生しない。その理由を述べよ。
- (4) 光合成における炭酸固定(炭酸同化)の最初の反応、すなわち二酸化炭素の有機化合物への取り込み反応の反応式を答えよ。また、この反応を触媒する酵素の名称(略称でもよい)を答えよ。
- (5) 哺乳類の解糖系において、ホスホフルクトキナーゼの活性が受ける調節をできるだけ多く答えよ。また、それらの調節のそれぞれの意義を答えよ。

問5. DNA 複製に関する次の設問(1)～(4)に答えよ。

- (1) DNA 複製フォークの模式図を描き、ラギング鎖 DNA 合成の過程を説明せよ。図においては、DNA の方向を明記すること。
- (2) (1)の合成様式のため、直鎖状の染色体をもつ生物では、どのような問題が起こる可能性があるかを説明せよ。
- (3) 多くの真核生物の細胞では、(2)の問題はどのように解決されているかを説明せよ。
- (4) DNA 複製におけるトポイソメラーゼの役割を説明せよ。

問6. 真核生物の non-coding RNA に関する次の設問(1)～(4)に答えよ。

- (1) microRNA の生成メカニズムについて、図を用いて説明せよ。生成に関与する酵素の名称も記すこと。
- (2) microRNA をコードする lin-4 は、lin-14 遺伝子の発現を調節している。そのメカニズムを記せ。
- (3) 哺乳動物の Xist が含まれている染色体の種類を記せ。
- (4) Xist が発現すると、染色体にどのような変化が生じるか。変化の過程を、図を用いて説明せよ。どのようなタンパク質のどのような修飾が関与しているかも記すこと。

問7. 次の文章を読み、以下の設問(1)～(4)に答えよ。

筋肉や神経などの器官にいったん分化した細胞を、他の種類の細胞に運命転換することはとても困難であった。その理由として、細胞の分化の過程で、分化した細胞に不要な遺伝情報が失われている可能性が考えられていた。果たして本当に遺伝情報が失われているのか、その疑問に取り組んだのがガードン博士らである。ガードン博士らはアフリカツメガエルの(ア)細胞に(a)紫外線を照射し、その細胞にオタマジャクシの小腸細胞の(イ)を移植した。すると、(b)この移植された細胞から、オタマジャクシ、さらには成熟したカエルが発生した。

- (1) (ア)、(イ)に入る最も適切な言葉を記せ。
- (2) 下線部(a)で、紫外線を照射した理由を説明せよ。
- (3) 細胞の分化の過程で、分化した細胞に不要な遺伝情報が失われている可能性に対し、下線部(b)の結果からどのような結論が得られるか。その根拠と共に記せ。
- (4) 細胞の運命転換が困難な理由を、Waddington's epigenetic landscape の図を用いて説明せよ。

問8. ガンに関する次の設問(1)と(2)に答えよ。

- (1) 原ガン遺伝子(proto-oncogene)がガン遺伝子に変わる遺伝的変化を3つあげ、それぞれの遺伝的変化が細胞をガン化するしくみを説明せよ。
- (2) ガン抑制遺伝子(tumor suppressor gene) を1つあげ、その遺伝子名と遺伝子産物の働きを説明せよ。

問9. 動物の繊維芽細胞に関する次の設問(1)と(2)に答えよ。

- (1) 細胞外マトリックス分子に対する受容体を一般的に何と呼ぶか。その名称を答えよ。
- (2) 繊維芽細胞の細胞外マトリックス分子の1種であるフィブロネクチンへの接着は、アポトーシスを回避し、細胞の生存を維持するシグナルとなる。この細胞内シグナル伝達の分子機構を、次の語句をすべて用いて説明せよ。

(語句) リン酸化、ホスファチジルイノシトール 3,4,5 三リン酸(PI(3,4,5)P<sub>3</sub>)、Bad

問10. タンパク質精製に関する次の設問(1)と(2)に答えよ。

(1) 次の(a)～(d)の実験手法について、その原理と概要を記せ。

- (a) 陰イオン交換クロマトグラフィー
- (b) ゲルろ過クロマトグラフィー
- (c) ニッケルアフィニティークロマトグラフィー
- (d) 硫酸分画

(2) (1)にあげた手法のうち 2 つを用い、下の表に示した水溶性の球状タンパク質 A、B、C の混合溶液から、タンパク質 B を精製したい。その手順を記せ。ただし、それぞれの段階での A、B、C のふるまいを述べること。

タンパク質	分子量	等電点
A	4万	4
B	10万	4
C	10万	10

以上