

2017年9月・2018年4月入学試験

大学院先進理工学研究科修士課程

生命医科学専攻

問題表紙

- ◎問題用紙が 15 ページあることを試験開始直後に確認しなさい。
◎解答用紙が 4 枚綴りが 1 組あることを試験開始直後に確認しなさい。

(1) 基礎工学Ⅰ, (2) 基礎工学Ⅱ, (3) 生命科学Ⅰ, (4) 生命科学Ⅱの4科目より2科目を選択しなさい。

注意事項

1. 各科目の問題用紙は, (1) 基礎工学Ⅰは4ページ, (2) 基礎工学Ⅱは4ページ, (3) 生命科学Ⅰは3ページ, (4) 生命科学Ⅱは4ページです。
2. 解答用紙(別紙)は4枚1組です。1科目あたり2枚の解答用紙を使用しなさい。
3. 解答用紙すべてに受験番号, 氏名を明記し, それぞれの解答用紙の所定の欄に各自が選択した問題番号と科目名を明記し, 科目名を○で囲みなさい。
4. 解答用紙の解答欄には各自で各小問番号を書き込み, どの設問に対する解答であるかを判別できるようにしなさい。
5. 電子卓上計算機は試験会場に準備したものを使用しなさい。自分で持ち込んだ計算機類(電卓, コンピューター, 携帯電話・スマートフォンなど)は使用できません。
6. 定規は試験会場に準備したものを使用しなさい。自分で持ち込んだ定規は使用できません。
7. 解答は日本語または英語で行いなさい。

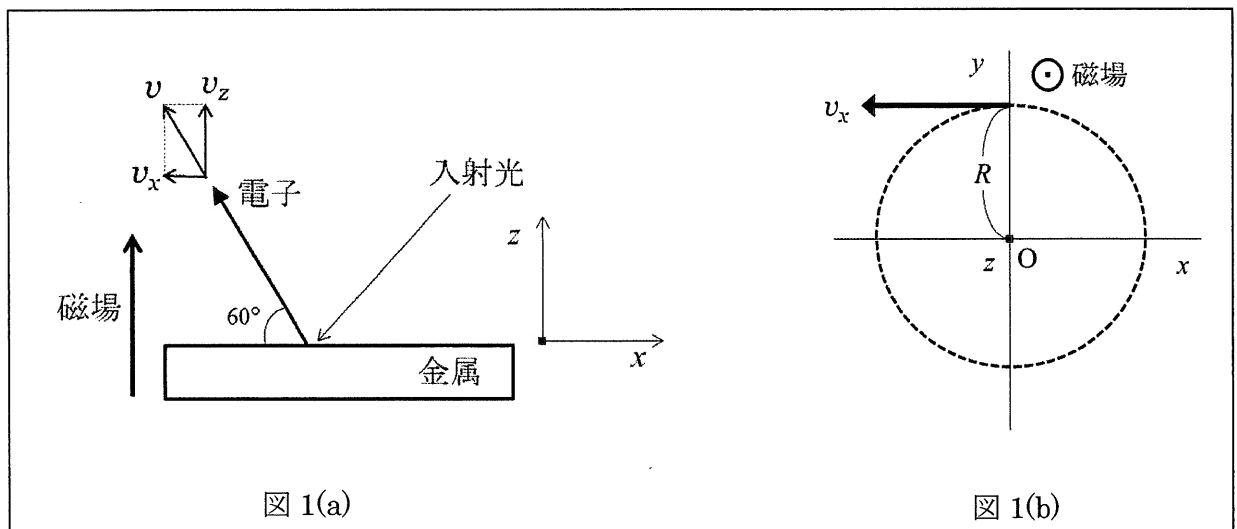
2017年9月・2018年4月入学試験問題
 大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻
 科目名： _____ 基礎工学 I _____

問題番号 1

1. 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。ただし、電子の静止質量を 9.10×10^{-31} kg, 電荷を -1.60×10^{-19} C, Planck 定数 h を 6.63×10^{-34} Js, 真空中の光の速さ c を 3.00×10^8 m s⁻¹, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19}$ J としなさい。

1-1) 光は (ア) と (イ) の二重性を有することが知られている。その性質を顕著に示す効果として、(ウ) が着目した光を金属にあてた際に飛び出してくる電子に関する (エ) 効果と (オ) が見出した X 線を電子にあてた際に散乱される X 線と飛ばされる電子に関する (オ) 効果があげられる。

波長 300 nm の光を 2.14 eV の (カ) をもつ金属にあてたところ、電子が図 1(a) のように金属から xz 面上で 60° の方向にエネルギー (キ) eV をもって速度 v (ク) m s⁻¹ で飛び出した。飛び出した電子は z 方向に印加されている磁場から (ケ) 力を受け、図 1(b) に示すように半径 (コ) mm をもつサイクロトロン運動を示した。このとき、印加されている磁場の大きさは、 3×10^{-4} T (テスラ) である。



- 1-1-1) 上記の文章の (ア) から (オ), (カ), (ケ) にあてはまる適切な語句を入れなさい。
- 1-1-2) 上記の文章の (キ) にあてはまる, 金属から飛び出してきた電子のエネルギーを eV の単位で求めなさい。
- 1-1-3) (ク) にあてはまる, 飛び出してきた電子の速度を求めなさい。
- 1-1-4) (コ) にあてはまる, サイクロトロン運動する電子の半径を求めなさい。
- 1-1-5) 軌道運動する電子が一周に要する時間が速度によらないことを示しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
 大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻
 科目名：基礎工学 I

問題番号 **1**

- 1-2) 静止している質量 m の電子に波長 λ の X 線をあてたら、図 2 に示すように、X 線は波長 λ' となって入射方向と角度 α の方向に散乱され、電子は速さ v で入射方向と角度 β の方向に飛ばされた。

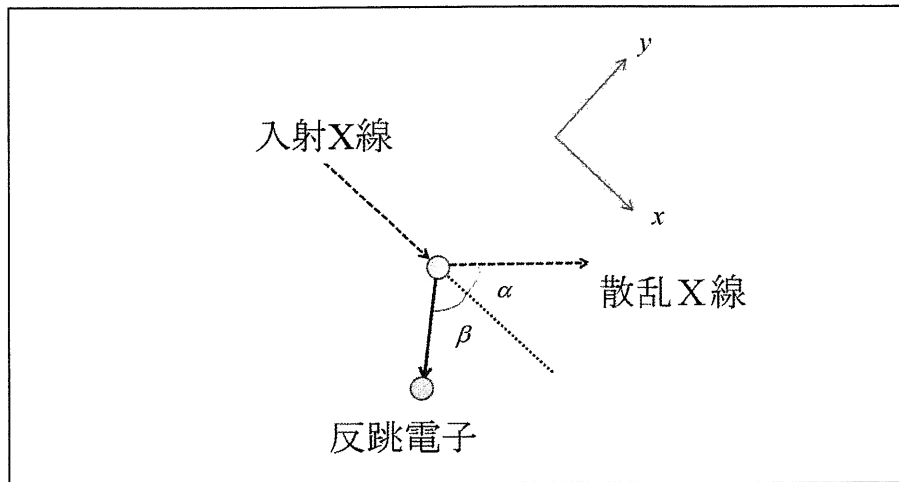


図 2

- 1-2-1) 2次元の座標系 xy を図 2 中に示すようにとり、入射 X 線の進行方向が x 軸に平行であったとき、衝突前後における x 軸方向の運動量保存の式を示しなさい。
- 1-2-2) 衝突前後における y 軸方向の運動量保存の式を示しなさい。
- 1-2-3) 衝突前後のエネルギー保存の式を示しなさい。
- 1-2-4) 1-2-1) から 1-2-3) で示した 3 式から、 β を消去することにより、 λ と λ' の差 $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ を α で表すことができることを示しなさい。
- 1-2-5) 入射 X 線の波長 λ が 2.20×10^{-2} nm、散乱 X 線の角度 α が 45° のとき、散乱 X 線の波長 λ' と電子の飛ばされた角度 β を求めなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻
科目名： _____ 基礎工学 I _____

問題番号

1

2. 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

結晶とは、構成単位である原子、分子、あるいはイオンが三次元的に周期性のある配列をしているものを指す。したがって、単位模様の中に任意の一点をとり、それと等価な点の配列を考えると、空間的な格子模様すなわち空間格子が得られる。空間格子の中で稜の長さ a, b, c とその間の角 α, β, γ で決められる平行六面体を特に単位格子と呼び、6つのパラメーター $a, b, c, \alpha, \beta, \gamma$ をまとめて(サ)という。単位格子は、 a, b, c と α, β, γ の大きさによって、立方・(シ)・斜方・六方・(ス)・単斜・(セ)の7種類に分類され、この分類を結晶系と呼ぶ。単位格子は、間隔の等しい平行な面で分割することができ、これを格子面という。格子面を表示するときには、慣例として(ソ)を用いる。例えば、 (hkl) という(ソ)は、単位格子の原点から各軸上の(サ)、 a, b, c の(タ)、(チ)、(ツ)ずつそれぞれ進んだ3点を通る平面を指している。結晶格子は(テ)個のブラベー格子に分類することができる。また、結晶は32個の(ト)と(ナ)個の空間群に分類することができる。

- 2-1) 上記の文章の(サ)から(ナ)にあてはまる適切な語句や数字を入れなさい。
- 2-2) $a, b, c, \alpha, \beta, \gamma$ を自分で定義してそれらを図に示し、その図の中に $h=1, k=1/2, l=2$ が示す平面を描きなさい。
- 2-3) 斜方晶系に属するすべてのブラベー格子をそれぞれの名称とともに図を示しなさい。
- 2-4) 結晶の回転対称性が1, 2, 3, 4, 6の回転のみであることを証明しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻

科目名： _____ 基礎工学 I _____

問題番号 1

3. 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

ある物質 A の 2 次の分解反応について、反応速度の温度依存性を測定し、各温度における速度定数 k を表 1 に示すように求めることができた。表 1 の実験結果から、アレニウスの式を用いて活性化エネルギーを求めることができる。

表 1 各温度における速度定数

T (K)	700	790	910	1000
k ($M^{-1} s^{-1}$)	1.13×10^{-2}	3.42×10^{-1}	2.01×10	1.46×10^2

3-1) 2 次の反応の速度式は一般に (式 3-1) のように表される。

$$d[A] / dt = -k [A]^2 \quad (\text{式 3-1})$$

(式 3-1) を積分形で表して、時刻 t の時の $[A]$ を求めなさい。ただし、 $t=0$ の時の $[A]$ を $[A_0]$ としなさい。

3-2) アレニウスの式を示しなさい。その際、式に含まれる定数は何かを説明しなさい。

3-2) 表 1 の実験結果より、アレニウスの式を用いてどのようにして活性化エネルギーを求めることができるのか、その導出方法を説明しなさい。

3-3) この分解反応の活性化エネルギーの概算値をグラフなど描いて求めなさい。

4. HX で表される弱酸の水中における解離に関する文章を読んで以下の問いに答えなさい。

4-1) 弱酸 HX に関する、水中における解離平衡の反応式を示しなさい。

4-2) 温度 T における 0.200 M の HX の pH は 2.021 であった。このときの $[X^-]$ 及び $[HX]$ を求めなさい。4-3) 4-2) を用いて、温度 T における HX の酸解離定数 K_a 及び pK_a を求めなさい。4-4) 4-3) で求めた K_a を用いて、温度 T における 0.042 M の HX の $[X^-]$, $[OH^-]$, 及び pH を求めなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻
科目名： 基礎工学 II

問題番号

2

1. 光線力学療法に関する、次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

光線力学療法は、予め光増感作用のある薬品を患者に投与しておき、光ファイバーなどを用いて疾患のある組織にレーザー光を照射すると、その組織周辺に到達している薬品が光を吸収して一重項励起状態となり、系間交差を経て三重項励起状態となる。これが酸素を一重項状態に光増感し、活性の高い一重項酸素が細胞成分を酸化して破壊する。

- 1-1) 光増感作用のある薬品は、酸素濃度が低い状態ではりん光を発する。原子核間距離と分子のポテンシャルエネルギー曲線を用いて、りん光を発する原理を説明しなさい。また、蛍光との違いを説明しなさい。
- 1-2) 光増感作用のある薬品から発せられるりん光が酸素によって消光される現象について、消光の速度定数 k_q を実験的に求めたい。その方法について説明しなさい。りん光寿命 (τ) はパルスレーザー法を用いて測定できる。また、ステルナー-フォルマーの式を誘導して以下の式 (1-1) が得られる。Q は消光剤、 τ_0 は消光剤濃度ゼロの時のりん光寿命である。

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\tau_0} + k_q[Q] \quad \text{式 (1-1)}$$

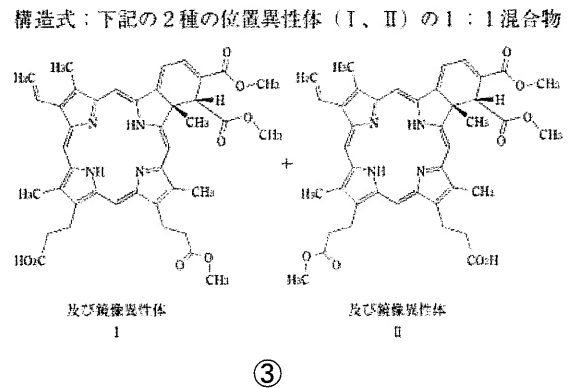
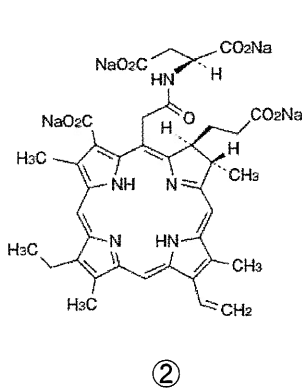
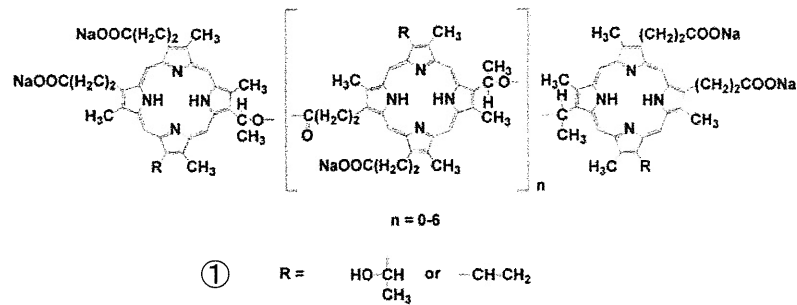
- 1-3) レーザー光の原理について、ポンピング、占有数の逆転、共振モード、誘導放出の単語を用いながら説明しなさい。そして、本療法ではレーザー光のどの様な特徴を用いているのかを説明しなさい。
- 1-4) 酸素分子では、2個の酸素原子の2s軌道と2p軌道から、エネルギー準位の低い順から $1\sigma_g$, $1\sigma_u$, $2\sigma_g$, $1\pi_u$, $1\pi_g$, $2\sigma_u$ の分子オービタルが作られる。酸素分子の分子オービタルエネルギー準位図を書き、そこに↑を用いて一重項状態の酸素の電子を配置させなさい。そして、三重項状態との違いを説明しなさい。
- 1-5) 一重項酸素以外の活性酸素として、スーパーオキシドアニオンラジカルがある。この結合次数を求めて酸素分子の結合次数と比較して、どちらの結合が強いのかを推定しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
 大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻

科目名： _____ 基礎工学 II _____

問題番号 2

2. 以下に 1. の光線力学療法に用いられる代表的な 3 種類のポルフィリン系医薬品の有効成分の構造を①～③として示す。①は第一世代であり 630 nm で励起されるが、血液や皮膚によっても吸収されるために効率が悪い。そのために第二世代の②や③が開発され、各々 664 nm, 686 nm で励起される。その下に各医薬品の添付文書からの有効成分の性状と医薬品の添加物に関する記述の抜粋を順不同で、無関係なものと共に示す。以下の問いに答えなさい。



- A. 分子量：718.79, 性状：暗緑色～黒色の固体である。N,N-ジメチルホルムアミドに溶けやすく、テトラヒドロフランにやや溶けにくく、エタノール (99.5) に溶けにくく、アセトニトリルに極めて溶けにくく、水にほとんど溶けない。融点：244～258℃, 添加物：乳糖水和物 690mg エッグホスファチジルグリセロール 48.75mg ジミリストイルホスファチジルコリン 70.50mg パルミチン酸アスコルビン酸 0.15mg ジブチルヒドロキシルエン
- B. 分子量：579.98, 性状：赤だいたい色の結晶性の粉末である。水にやや溶けにくく、メタノールに溶けにくく、エタノール (99.5) に極めて溶けにくく、アセトニトリルにほとんど溶けない。融点：152℃, 添加物：等張化剤, pH 調整剤
- C. 分子量：799.69, 性状 暗青緑色の粉末である。本品は水に溶けやすく、酢酸 (100) にやや溶けやすく、メタノールにやや溶けにくく、エタノール (99.5) に極めて溶けにくく、アセトニトリルにほとんど溶けない。旋光度 $[\alpha]$ ：約 +1000°, 融点：約 150℃ (分解点), 添加物：pH 調整剤
- D. 分子量：1,231.28～4,883.30, 性状：本品は暗赤色～赤褐色の粉末ではない。本品は水に溶けやすく、メタノールにやや溶けやすく、エタノール, テトラヒドロフラン及びジエチルエーテルにほとんど溶けない。融点：250℃以上 (分解), 添加物：pH 調節剤

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻

科目名： _____ 基礎工学 II _____

問題番号

2

- 2-1) ①, ②, ③の化合物を記述している文章をA, B, C, Dの中から選びなさい。
- 2-2) ②にはアミノ酸が結合しているが, そのアミノ酸の構造を描いて名称を示しなさい。
- 2-3) $n=0$ の時の①の化学構造を描きなさい。
- 2-4) ③では, どのような異性体が混合しているのかについて具体的に説明しなさい。
- 2-5) 第2世代が第1世代よりも長波長側に吸収波長を持つ理由を化学構造から考察しなさい。
- 2-6) 実験する際に誤って①, ②, ③の化合物を混合してしまった。どのような方法で分離したらよいか, その方法を具体的に示しなさい。但し, どの化合物にも添加剤は含まれていなかったとする。
- 2-7) 分離した化合物が各々①, ②, ③であることを確認したい。添付文書の情報などを使ってその方法を具体的に説明しなさい。
- 2-8) ③の化合物はそのままでは静脈注射液にはできないので, 製剤化の工夫がなされている。この製剤化の工夫について説明しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻

科目名： _____ 基礎工学 II _____

問題番号

2

3. *p*-エチルアニリンと *N,N*-ジメチルアニリンから合成されたアゾベンゼン誘導体について、以下の問いに答えなさい。
- 3-1) 合成されたアゾベンゼン誘導体を構造式で示し、合成方法について説明しなさい。
- 3-2) マススペクトルで得られる親ピークの位置を見積もりなさい。
- 3-3) 得られたアゾベンゼン誘導体の ¹H-NMR を測定した。以下の問いに答えなさい。参考として、アゾベンゼンの ¹H-NMR では、7.92, 7.50, 7.45 ppm に 2:2:1 の積分比でピークが得られる。また、*N,N*-ジメチル-*p*-トルイジンの ¹H-NMR では、7.02, 6.67, 2.86, 2.24 ppm に 2:2:6:3 の積分比でピークが得られる。
- 3-3-1) 合成されたアゾベンゼン誘導体の ¹H-NMR のピークの化学シフトを想定しなさい。
- 3-3-2) 各々のピークの積分比を見積もりなさい。
- 3-3-3) 各々のピークの分裂の様子を詳しく記述しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻
科目名： _____ 生命科学I _____

問題番号

3

1. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

DNA は、4つのヌクレオチドから形成されており、それらが直鎖状に①連結している。このような DNA 鎖を鋳型として DNA ポリメラーゼは (ア) 方向に相補鎖を伸長することができる。この DNA 増幅活性を利用した技術が②polymerase chain reaction (PCR) である。

1-1) (ア) に適切な語句を入れなさい。

1-2) ①にある連結とは、どのような結合か、具体的に説明しなさい。

1-3) ②の PCR について、反応プロセスと原理を説明しなさい。

1-4) ②の PCR の DNA ポリメラーゼは、鋳型依存的な DNA の複製を行う。この DNA ポリメラーゼには、大きく分けて2種類ある。それぞれの活性や性質について遺伝子増幅におけるメリット、デメリットについて説明しなさい。

1-5) PCR によって増幅した DNA 断片を大腸菌内で複製可能なベクターを用いてクローニングすることとした。I) DNA 断片の挿入方向を制御する, II) ライゲーション効率を向上させる, III) セルフクローニングを回避する, という3点を考慮したプロトコルを考えることとした。どのような実験手法が必要か記述しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻

科目名： _____ 生命科学I _____

問題番号 **3**

2. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

次世代高速シーケンサが一般に普及し、ゲノム解析が大量、高速、比較的安価に行われるようになってきた。遺伝子機能発現解析も同時に精力的に進められる中、遺伝子の発現制御にDNAの塩基配列の変化を伴わず、永続的にその変化が保存される遺伝子発現調節の仕組みとしてエピゲノムが見出されている。

エピゲノムの一つとしてゲノムDNAの①化学修飾が挙げられる。これらの修飾された位置を決める解析手法の一つにバイサルファイト法がある。DNAを②バイサルファイト処理をした後、シーケンスを行うことによってゲノム中で修飾された位置を検出する方法である。ゲノムDNA以外に、DNAが巻き付いている③ヒストンタンパク質の化学修飾も重要なエピゲノム情報である。ヒストンタンパク質の化学修飾を調べる免疫沈降法がある。これによって、④修飾ヒストンタンパク質に結合しているゲノム領域を検出することができる。

- 2-1) ①の修飾とは何か、具体的に塩基にどのような化学的な違いがあるのかを記述しなさい。また、それによって生体内で引き起こされる遺伝子機能発現について具体的に説明しなさい。
- 2-2) ②のバイサルファイト処理をすることによって起こるDNAの変化について説明しなさい。
- 2-3) ③のヒストンタンパク質は染色体を構成するタンパク質であるが、この染色体の構造をヒストンタンパク質との関連で説明しなさい。
- 2-4) ④の修飾ヒストンタンパク質に結合しているゲノム領域を検出する原理について説明しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻
科目名： _____ 生命科学I _____

問題番号

3

3. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

大腸菌を用いて、目的とするタンパク質を発現・精製する実験を計画した。精製は、①ニッケルを結合させたアフィニティーカラムを用いた手法で行った。次に、②ポリアクリルアミド電気泳動を行うことで得られたタンパク質の分子量を計測した。

- 3-1) ①のニッケルを結合させたアフィニティーカラムを用いて目的タンパク質を精製するためには、目的タンパク質にどのような配列を付与しなければならないか。具体的に説明しなさい。
- 3-2) 3-1)の解答を踏まえて、ニッケルを結合させたアフィニティーカラムでタンパク質を精製するプロトコルとその原理について説明しなさい。
- 3-3) ポリアクリルアミド電気泳動でタンパク質の分子量が計測できる原理について説明しなさい。
- 3-4) DNAの分子量測定でも電気泳動が用いられる。3-3)で解答したポリアクリルアミド電気泳動の原理との違いを明確化しながら、電気泳動によるDNAの分子量測定原理について説明しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
 大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻

科目名： _____ 生命科学II _____

問題番号 **4**

1. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

真核細胞が増殖するにあたり、分裂が終わってからまた次の分裂が終わるまでの1周期を細胞周期とよぶ。①体細胞分裂の細胞周期はG1期-S期-G2期-M期と4つの時期に区別される。これは特に細胞内の（ア）の挙動に注目して区別がなされている。

細胞が分裂するためには、（イ）と総称されるタンパク質リン酸化酵素の働きが必須である。すなわち、（イ）はその活性調節因子である（ウ）と結合して、細胞周期のG2期の後半に活性が上昇していく。②そのタンパク質複合体の活性が一定の高さに達した際に、細胞は分裂期に突入する。分裂期に突入すると、多くの真核細胞では、③間期のあいだ常に存在していた（エ）の消失が見られるが、酵母などの下等な真核生物ではこの消失は見られない。

分裂期において最も特徴的な細胞現象のひとつとして、染色体分配が挙げられる。④分裂期の初期（前期）から中期にかけては、主に中心体を起点として紡錘体が形成され、染色体を分配するための準備をおこなう。⑤分裂中期に紡錘体がすべての染色体を分配する準備が完了すると、染色体は分配される。⑥これと同時に、細胞周期は（イ）の活性が高い分裂中期から活性が低い分裂後期に突入する。その後、⑦分裂終期には（オ）環による細胞質分裂が起き、細胞は2個に分裂を完了する。

- 1-1) 空欄（ア）～（オ）にあてはまる適切な語句を解答欄に記載しなさい。
- 1-2) 下線部①について、S期とはどのような時期か説明しなさい。
- 1-3) 下線部②について、このタンパク質複合体が活性を上昇させて分裂期に突入する分子機構を説明しなさい。ただし、（イ）とは異なるタンパク質リン酸化酵素および脱リン酸化酵素の名前と働きについて言及しながら説明すること。
- 1-4) 下線部③について、（エ）が消失する際の分子機構について述べなさい。
- 1-5) 下線部④について、各問いに答えなさい。
 i) 紡錘体を構成する細胞骨格の名前を答えなさい。
 ii) この細胞骨格を構成するタンパク質名を答えなさい。
 iii) この細胞骨格が伸長・短縮する分子メカニズムを説明しなさい。
- 1-6) 下線部⑤について、紡錘体がすべての染色体を分配する準備が完了した状態において、紡錘体を構成する細胞骨格と染色体は具体的にどのような状況にあるか説明しなさい。
- 1-7) 下線部⑤および⑥において、なぜ染色体の分配が起きるタイミングと細胞周期が分裂中期から後期に移行するタイミングが一致するのか。分子レベルでその理由を説明しなさい。
- 1-8) 下線部⑦について、（オ）環と呼ばれる構造を構成する主要なタンパク質の名前を2種類挙げ、この構造がどのように細胞質分裂をおこなうのか説明しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻
科目名： _____ 生命科学II

問題番号 4

2. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

細胞内の染色体 DNA は様々な内的要因や外的要因によって傷害を受け、その塩基配列が変化する可能性がある。内的要因によって DNA 配列が変化する一つの例として、DNA 複製時の複製エラーが挙げられる。

複製された直後の二本鎖 DNA のうち、片方は複製時の鋳型とされた「鋳型鎖」であり、他方は鋳型鎖の配列に対して相補的な配列として新規に合成された「相補鎖」である。DNA を合成する酵素である DNA ポリメラーゼは必ずしも常に正確な塩基配列を合成するとは限らず、低いながらもある頻度で間違った塩基を導入してしまう。

ここで例として、下記の DNA 配列に対して複製エラーが生じた場合を考える。下線を付した塩基対が複製エラーの結果生じた誤対合（ミスマッチ）であるとする。

相補鎖：5' - CTGGTACG - 3'
鋳型鎖：3' - GATCATGC - 5'

このように鋳型鎖と相補鎖との誤対合の塩基対が発生した場合、細胞内の DNA 修復機構によって可能な限り修復される必要がある。すなわち、①細胞は何らかの方法で、誤対合している G と T のどちらの塩基が間違い（異常）であるかを識別していると考えられる。

- 2-1) 二本鎖 DNA の複製は「半保存的複製」と呼ばれるが、これは DNA の複製のどのような性質を表現しているか説明しなさい。
- 2-2) 細胞内の DNA 複製の過程においては Okazaki フラグメントと呼ばれる断片が生じる。これはどのような理由で生じるのか説明しなさい。
- 2-3) 上に挙げた誤対合の例において、下線を付した誤対合の塩基対のどちらの塩基が修復されるべきか、理由とともに答えなさい。
- 2-4) 下線部①について、もし細胞が誤対合のどちらの塩基を修復すべきか判別できないと仮定した場合、一般に細胞にどのような影響が出る可能性があるか、説明しなさい。
- 2-5) 下線部①について、細胞に備わっている DNA 修復機構はどのようにして、誤対合した塩基対のどちらの塩基がエラーで生じたものと判別しているのか。一般的な分子機構を説明しなさい。
- 2-6) 誤対合のどちらの配列を修復すべきかが決まった後、DNA 修復機構は具体的にどのように、間違った塩基を正しい塩基に修復するのか分子機構を説明しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻

科目名： _____ 生命科学II _____

問題番号

4

3. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

細胞内の物質輸送には多種多様な分子機構が働いている。例えば、核細胞質間輸送、すなわち核と細胞質の間の物質輸送は、①低分子量GTP結合タンパク質 (GTPase) のひとつであるRanによって制御される。Ranは細胞質内では主に(ア)結合型で存在するのに対して、核内では(イ)結合型で存在する。細胞質から核に輸送されるタンパク質は一般的には(ウ)シグナルと呼ばれる配列を有することが多い。この配列は核内輸送受容体(輸送タンパク質)であるImportin α/β によって捕捉され、これが核膜上に存在する(エ)を通過して、核内に輸送される。

これに対して、小胞輸送は分泌小胞を介してタンパク質等を輸送する機構である。細胞膜の表層に提示される膜タンパク質や細胞外に分泌されるタンパク質(ペプチド)は、翻訳後にまず(オ)に輸送される。その後、分泌小胞に内包された状態で(カ)に輸送される。(カ)では一般的にタンパク質に(キ)が付加される。その後、ふたたび分泌小胞を介して細胞膜へと輸送される。

この分泌小胞は細胞膜と融合することで内包するタンパク質を細胞膜に提示したり、細胞外に分泌したりする。②このような分泌タンパク質の輸送経路をエキソサイトーシスという。

3-1) 空欄(ア)～(キ)にあてはまる語句を答えなさい。

3-2) 下線部①に関連して、低分子量GTP結合タンパク質Ranは、タンパク質の核内への輸送経路においてどのように作用するのか説明しなさい。

3-3) 下線部②に関連して、別経路であるエンドサイトーシスとはどのような経路であるか説明しなさい。

2017年9月・2018年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程生命医科学専攻

科目名： _____ 生命科学II _____

問題番号

4

4. 以下の問いに答えなさい。

- 4-1) 真核細胞がもつ直線状の染色体の末端はテロメアと呼ばれるが、DNA複製の際に生じるテロメア複製問題とはどのような問題か、説明しなさい。
- 4-2) テロメア複製問題は、生殖細胞やがん細胞ではある特定の因子の働きによって解決されている。この因子名と、それがどのようにテロメア複製問題を解決するのか説明しなさい。
- 4-3) 放射線はDNAの二本鎖を切断することが知られる。このようにして生じたDNA損傷末端は修復を受けるが、二本鎖切断を修復する機構は主に2種類に大別される。それぞれの機構の名称を記載したうえで、それぞれの機構においてどのように切断が修復されるかを図示しながら具体的に説明しなさい。
- 4-4) テロメアもDNA配列としては末端であるが、4-3)のように生じた損傷末端とは異なり、通常はテロメアどうしが連結されることはない。その理由を説明しなさい。