

2026年9月・2027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

- ◎問題表紙を除いて、問題用紙が 8 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 2 枚綴りが 2 組あることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎すべての解答用紙の所定欄に受験番号・氏名を必ず記入しなさい。
- ◎解答用紙の裏面は使用できません。
- ◎選択した科目については、別紙の選択科目届け出用紙の選択科目欄に○を記入しなさい。

【注意事項】

1. 各科目の問題用紙は、基礎工学Ⅰは2ページ、基礎工学Ⅱは2ページ、生命科学Ⅰは2ページ、生命科学Ⅱは2ページである。
2. 1科目あたり2枚の解答用紙を使用しなさい。
3. 解答用紙の問題番号の選択欄に各自で選択した問題番号、科目名を記入しなさい。未使用の解答用紙にも問題番号、科目名を記入し、解答欄には大きく×印を記入しなさい。
4. 解答用紙の解答欄には各小問題番号も書き込み、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、携帯電話など）は使用できません。
6. 解答は日本語または英語で書きなさい。

2026年9月・2027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。

ある製薬会社Xが、アルツハイマー病の新薬を開発中である。Xの研究開発部では被験者に新薬と偽薬のどちらを与えたかを知らせないで効能を調べるテストを実施した。

1-1) 被験者200人に対して効能テストを実施し、その結果が表1となった。新薬は効能があるといえるかを検定するため、帰無仮説を立てなさい。

1-2) 帰無仮説が棄却されるか否かを危険率5%と危険率10%でそれぞれ調べ、新薬がアルツハイマー病の治療に効き目があるといえるか、それぞれの場合で検定しなさい。なお、計算する際、表2に示した自由度 n の χ^2 分布の表を活用せよ。ここで、自由度 n の χ^2 分布の変数 t 以上の積分値を α とする。

表1 効能テストの結果

	良くなった	変わらない
偽薬	49	36
新薬	83	32

表2 χ^2 分布

α n	0.500	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	0.45	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	1.39	4.61	5.99	7.38	9.21	10.62
3	2.37	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	3.36	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86

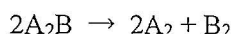
2. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

以下の①～⑩の語句の中から5つ選び、選んだ語句を式や図を用いて説明しなさい。

- ①熱力学の第一法則及び第二法則 ②ゼーベック効果 ③ペルチエ効果 ④円二色性分光法
⑤ファンデルワールス方程式 ⑥ミラー指数 ⑦正準方程式 ⑧双極子-双極子相互作用
⑨ブラベー格子 ⑩部分モルギブズエネルギー

3. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。 R は $8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

以下の化合物 A_2B の1次の分解反応について、表3に示したような温度 $X^\circ\text{C}$ における $[\text{A}_2\text{B}]$ の変化の実験データを得た。

表3. 各時間における $[\text{A}_2\text{B}]$

時間 [min.]	0	60	120	180
$[\text{A}_2\text{B}] \text{ [M]}$	0.25	0.22	0.19	0.17

2026年9月・2027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

3-1) この反応の温度 $X^{\circ}\text{C}$ における速度定数を求めなさい。3-2) A_2B の濃度が 0.12 M になる時間を求めなさい。4. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。 R は $8.31\text{ JK}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ とする。速度定数が以下の表 4 のような温度変化を示す物質 α がある。4-1) 表 4 のデータを用いて物質 α の活性化エネルギーと頻度因子をアレニウスの式より求めなさい。表 4 物質 α の速度定数の温度変化

温度 [K]	550	630	670	700	780
速度定数 [$\text{dm}^3\text{ mol}^{-1}\text{ s}^{-1}$]	3.5×10^{-7}	3.0×10^{-5}	k_1	1.2×10^{-3}	4.0×10^{-2}

4-2) 上記 4-1) で求めた活性化エネルギーと頻度因子を使って、物質 α の温度 670 K における速度定数 k_1 を求めなさい。5. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。 $R = 8.31\text{ JK}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ とする。5-1) 仕事関数 2.0 eV の金属に、波長 320 nm の光を照射したとき、飛び出す電子の運動エネルギーの最大値は何 eV か、計算過程も示して答えなさい。なお、プランク定数 $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{ Js}$ 、光速 $c = 3.00 \times 10^8\text{ m s}^{-1}$ 、 $1\text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{ J}$ とする。5-2) ある化学反応における 300 K における標準反応ギブズエネルギーが -7.0 kJ mol^{-1} であるとき、この反応の平衡定数を求めなさい。5-3) HX で表される弱酸の水中における解離に関する以下の問いに答えなさい。5-3-1) 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。5-3-2) 温度 T における 0.200 M の HX の pH は 2.020 であった。このときの $[\text{X}^-]$ 及び $[\text{HX}]$ を求めなさい。5-3-3) 上記の 5-3-2) を用いて、温度 T における HX の酸解離定数 K_a 及び $\text{p}K_a$ を求めなさい。5-3-4) 上記の 5-3-3) で求めた K_a を用いて、温度 T における 0.042 M の HX の $[\text{X}^-]$ 、 $[\text{OH}^-]$ 、及び pH を求めなさい。

2026年9月・2027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. 以下に示す2つの手法の共通点と相違点を説明しなさい。

1-1) “マトリックス支援レーザー脱離イオン化法”と“エレクトロスプレーイオン化法”

1-2) “電気透析法”と“逆浸透法”

1-3) “デッドエンドろ過法”と“クロスフローろ過法”

1-4) “ゲルろ過クロマトグラフィー”と“アフィニティクロマトグラフィー”

2. 吸光光度法は、試料溶液に特定の波長の単色光を入射し、試料の光吸収量を測定することにより定量分析を行う方法のことである。通常、光吸収量として使われる吸光度 A は、以下のように、入射光強度 I_0 と透過光強度 I の値を含む常用対数の式で定義される。

$$A = \boxed{} \quad \text{①式}$$

一方、試料溶液を透過した光の量は、光路長 b [cm] や濃度 C [mol L⁻¹] が増加すると指数関数的に減少することから、透過光強度 I と入射光強度 I_0 の関係は以下のような式で表される（ただし、 a は定数で単位は L mol⁻¹ cm⁻¹）。

$$I = I_0 e^{-abC} \quad \text{-----} \quad \text{②式}$$

①式と②式を連立させると、2-2), 2-3) 吸光度 A は光路長 b および濃度 C に比例するという法則を導くことができる。

2-1) ①式の空白を埋めて式を完成させなさい。

2-2) この法則の名称を答えなさい。

2-3) ①式と②式を連立させ、この法則を表す一般的な式 $A = \epsilon b C$ を導きなさい。ここで、 ϵ は a と同じ単位 ($\text{L mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$) の定数である。 ϵ と a の比 (ϵ/a) の値も答えなさい。

2-4) 一般に、精度の高い定量を実現するために必要な吸光度は 0.15～1.0 の範囲であると言われている。 $a = 8000 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$, $b = 1 \text{ cm}$ の場合、吸光光度法で測定できる適正な濃度範囲を計算しなさい(解答の導出過程も書きなさい)。

2-5) 核酸およびタンパク質を呈色させずに吸光光度法で定量する場合，一般的に使われる波長（紫外領域）の値をそれぞれ答えなさい。また，それらの波長がどのような化学構造に起因して吸収されるかについて説明しなさい。

2-6) 試料中のタンパク質濃度は、呈色反応を利用して比色定量することもできる。タンパク質の比色定量手法を2つ挙げ、それぞれの原理および測定範囲の目安を簡潔に説明しなさい。

2026年9月・2027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

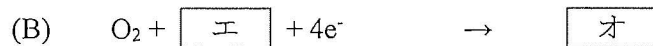
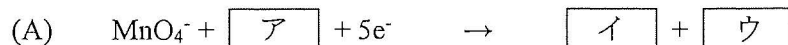
科目名: 基礎工学 II

3. 次の文章を読んで問いに答えなさい。

水環境の汚染度を表す指標の一つとして、COD（化学的酸素要求量，単位： mg L^{-1} ）が使われる。COD は，単位体積あたりの試料水に含まれる有機性汚濁物質を酸化剤によって完全に酸化し，そのときに消費される酸化剤の量を酸素量に換算して求める。いま，酸化剤として KMnO_4 を用いて，試料水の COD を以下の実験 X によって測定した。なお，実際に COD を測定する場合，試料水中の Cl^- の酸化による影響を防ぐために試料水に AgNO_3 を加えることが多いが，本問題で扱う試料水中の Cl^- 濃度は十分に低く， AgNO_3 を加えなくても Cl^- の酸化による COD への影響は無いとする。

〔実験 X〕

100 mL の試料水を三角フラスコに入れ，硫酸酸性下で 5.0 mmol L^{-1} の KMnO_4 水溶液を 10 mL 加え，よく振り混ぜる。この溶液を沸騰水中で 30 分間加熱した後， 12.5 mmol L^{-1} の $(\text{COOH})_2$ 水溶液を 10 mL 加え，振り混ぜる。つぎに，この溶液を 60°C に保ったまま 5.0 mmol L^{-1} の KMnO_4 水溶液を滴下しながら振り混ぜ， $3\text{-3}), 3\text{-4})$ わずかに淡紅色を呈するまでの滴定値を測定する。

3-1) KMnO_4 および $(\text{COOH})_2$ の化合物名をそれぞれ答えなさい。3-2) 〔実験 X〕の工程で起こりうる酸化反応や還元反応における半反応式を以下に示す。各半反応式中の ア ～ キ を埋めなさい。3-3) 〔実験 X〕において滴定値が 8.5 mL であったとき，この試料水の COD の値（単位： mg L^{-1} ）を求めなさい。途中の計算式も書きなさい。3-4) 一般に，水溶液中に含まれる有機物の酸化分解率は，使用する酸化剤の酸化力の強さによって異なり，常に 100% であるとは限らない。 50 mg L^{-1} のグルコース ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 水溶液の COD を〔実験 X〕によって測定したところ，滴定値は 16 mL であった。このときの COD の値（単位： mg L^{-1} ）を求めなさい。また，この実験によって得られた COD の値は，グルコースの完全酸化を仮定したときの COD の理論値の何%に相当するか答えなさい。途中の計算式も書きなさい。3-5) COD の測定には酸化剤として $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ が使われることがある。 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ の化合物名を答えなさい。また，硫酸酸性下での $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ の半反応式を 3-2) の (A) にならって書きなさい。

3-6) 水環境の汚染度を表す指標の一つとして使われる BOD とは何か説明しなさい。また，同一の試料水において COD の値が BOD の値よりもはるかに大きくなった場合，この試料水に含まれる汚染物質の性質として考えられることを述べなさい。

2026年9月・2027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. 細胞内における染色体の構造に関する以下の文章を読み、問いに答えなさい。

真核細胞の染色体は一般的には環状ではなく線状であり、セントロメアとテロメアと呼ばれる部位をもつ。①セントロメアおよびテロメアはいずれも染色体において必要不可欠な役割を果たしている。セントロメアの位置は必ずしも染色体の中央部分に限定されるものではないが、②セントロメアは1本の染色体につき1箇所のみ存在する。

これに対して、染色体の末端部分はテロメアと呼ばれ、1本の染色体は2箇所のテロメアをもつ。③細胞周期のS期においては染色体が複製されるが、末端であるテロメア部位については完全には複製できないという問題が存在する。テロメアはさらに重要な性質をもつ。通常、細胞内で二本鎖DNAの末端が検出されると、切断されて生じた異常末端であると認識され、適切な修復を受ける。一方、④テロメアはDNA末端であるにもかかわらず、異常末端として認識されず、修復を受けない。

- 1-1) 下線①に関連して、細胞周期の1周期のなかでセントロメア部位が果たす重要な役割をひとつ挙げて、その内容を具体的に説明しなさい。
- 1-2) 下線②に関連して、セントロメアが染色体1本につき1個に限定されるべき理由を説明しなさい。必要に応じて図を用いてもよい。
- 1-3) 下線③に関連して、一般的な体細胞ではDNAポリメラーゼが染色体の末端部分を完全には複製できず、複製を繰り返すたびに染色体が短縮化する「テロメア複製問題」の存在が提唱されている。なぜテロメア部分を完全に複製することができないのか。テロメア末端におけるラギング鎖とリーディング鎖でのDNA複製様式の違いに焦点を当てながら、テロメアが複製できない原因を説明しなさい。必要に応じて図を用いてもよい。
- 1-4) 同じく下線③に関連して、真核細胞の中でも特に酵母細胞や生殖系列の細胞においては、複製を繰り返してもテロメアが短縮化しないことが知られる。どのような分子機構で、テロメア複製問題を回避しているのか、具体的に説明しなさい。
- 1-5) 下線④について、テロメアが、損傷によって生じた異常末端として認識されず修復を受けないのは、どのような仕組みによるものか。原理を具体的に説明しなさい。

2026年9月・2027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

2. DNA に生じるトラブルと恒常性維持に関する以下の文章を読み、問いに答えなさい。

真核細胞がもつ染色体 DNA は常に外的ストレス等によって傷害を受ける危険性を有している。①もっとも重篤な損傷のひとつとして、二本鎖切断 (double-strand break) が挙げられる。これは修復機構によってただちに修復される必要がある。その他にも、ある確率で DNA 複製時の間違い (複製エラー) が発生する。この間違いを放置すると遺伝情報の保持および細胞の生存に影響が生じる可能性がある。DNA ポリメラーゼが複製エラーを起こした場合、複製に用いた「鋳型鎖」と、複製された直後の「新規鎖」において誤対合 (ミスマッチ) が生じる。②この誤対合のうち、複製エラーによって生じた「間違い」は鋳型鎖ではなく新規鎖のほうの塩基であり、これを正しい塩基に交換する誤対合修復機構が働く。

これらの損傷以外にも染色体は様々なリスクにさらされている。たとえば、③S 期の染色体複製に遅延がある場合、細胞はこの異常を検出して適切に対応するリスク管理機構を備えている。これらの様々なリスク管理機構の働きによって、染色体 DNA の恒常性が維持される。

- 2-1) 下線①に関連して、染色体 DNA に生じた二本鎖切断が修復されないと仮定すると、その後の細胞にどのような異常が生じるのか。できるだけ具体的に説明しなさい。
- 2-2) 下線①に関連して、DNA が二本鎖切断を受けた場合に、真核細胞内で働く修復機構には大別して2種類が存在する。これら2種類の修復機構はどのようなものか、それぞれ説明しなさい。また、この2種類の修復機構のうち、細胞にとってより安全な修復機構はどちらであると考えられるか、議論しなさい。
- 2-3) 同じく下線①は、二本鎖切断をリスクとみなす傷害性について述べたものだが、別の場面では、二本鎖切断が起きることが細胞にとって有益に働く例が知られる。そのような場面の具体例を挙げて、二本鎖切断がどのように細胞に有益性をもたらしているのかを具体的に説明しなさい。ただし、ここでは生物学上の有益性について議論するものであり、遺伝子工学・細胞工学における実験技術としての有益性は含めないものとする。
- 2-4) 下線②に関連して、誤対合修復機構はどのようにして、誤対合における「間違えた塩基 (複製により生じた新規鎖)」と「正しい塩基 (複製前の鋳型鎖)」を見分けていると考えられるか。その原理を説明しなさい。
- 2-5) 下線③に関連して、たとえば DNA 複製を阻害するような化合物の存在下では、複製の遅延を検出して、細胞周期チェックポイント機構が作動する。具体的にどのような分子機構が働き、最終的に細胞はどのような応答をするかを説明しなさい。

2026年9月・2027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. 下記の文章を読んで問いに答えなさい。

2026年に死去した J. Craig Venter は、ゲノムサイエンスと合成生物学の発展に大きな影響を与えた研究者である。生命科学が「読む」研究から「設計する」研究へ展開することに貢献した。Venter の大きな実績の1つとして、①全ゲノムショットガン法を基盤とする大規模ゲノム解析がある。この方法では、ゲノム DNA をランダムに (a) し、多数の短い配列を得る。得られた配列の (b) を利用して、配列のつながりを見出しながら、計算機上で元のゲノム配列を推定する。これにより、生命科学に大量データを扱う情報解析の考え方が本格的に導入された。

一方で、②ゲノム情報のみでは生命現象を説明しきれないという点は、オミックス解析を考えるうえで重要である。ゲノムは生命の可能性を示すが、細胞や生体の状態は、環境や時間、細胞種、刺激に応じて変化する。そのため、研究目的に応じて、トランスクリプトーム解析 (RNA-seq)、プロテオーム解析、メタボローム解析などを選択して用いる。RNA-seq は細胞がどのような (c) プログラムを起動しているかを広く捉える手段として有用である。ただし、実際の研究現場では、試料量、費用、装置、解析負荷などの制約から、すべての解析を同時に行うことは多くない。そこで、③研究目的に応じて解析手法を選ぶことが重要となる。タンパク質や代謝物の情報は、生命機能や表現型に資する情報を与える。しかし、④機能や表現型に近い情報であっても、それだけで機構を断定できるとは限らない。代謝の (d) を推定するには、別の観点が必要となる場合がある。

近年は、AI もオミックス解析やタンパク質研究に広く利用されている。AI は膨大なデータから候補を絞り、仮説を生成する点で強力である。一方で、学習データの偏りや過学習により、もっともらしいが誤った解釈が導かれる可能性もある。したがって、⑤AI を用いた予測をそのまま結論としない姿勢が必要である。

- 1-1) (a) ~ (d) に入る適切な語句を答えなさい。
- 1-2) 下線①について、全ゲノムショットガン法が生命科学の研究様式をどのように変えたかを説明しなさい。あわせて、この方法で解析が難しくなる例を一つ挙げなさい。
- 1-3) 下線②について、ゲノム情報のみでは生命現象を説明しきれない理由を説明しなさい。具体例を一つ挙げて述べなさい。
- 1-4) 下線③について、RNA-seq を行う意義を、プロテオーム解析やメタボローム解析と比較しながら説明しなさい。また、研究目的に応じた解析手法の使い分けについて述べなさい。
- 1-5) 下線④について、タンパク質や代謝物の情報は生命機能や表現型に近い一方で、それだけで機構を断定できない場合がある。この理由を、タンパク質解析または代謝物解析の例を用いて説明しなさい。他の生化学的解析を組み合わせるとしたらどのような方法が考えられるかも一つ挙げて述べなさい。
- 1-6) 下線⑤について、AI による予測を生命科学研究で利用する際の利点と注意点を説明し、実験的検証が必要となる理由を述べなさい。

2026年9月・2027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

2. 下記の文章を読んで問いに答えなさい。

2003年に「ヒトゲノム計画」の完了が宣言されたとき、ア) 解読されていたのはゲノム全体の約92%だけであった。残りの約8%は、当時の技術では解読できない「ギャップ」として残された。そのため、これまでの標準ヒトゲノム配列は、厳密には未完成な「ドラフトゲノム」の延長線上にあったと言える。残された領域の多くは、イ) 染色体の中心にあるセントロメアや、両端にあるテロメア、そしてリボソームRNA遺伝子群などであった。

2-1) 下線ア) はどのような領域であることを説明しなさい。

2-2) 下線イ) の領域は、なぜギャップになってしまったのかを説明しなさい。

3.

バイオものづくりにおいては、Design (設計)・Build (構築)・Test (評価)・Learn (学習) の4段階を反復して微生物や生物システムを最適化する合成生物学の開発フレームワークがある。遺伝子組換え、オミックス解析、AIをどのように組み合わせればよいか説明しなさい。

4.

ゲノム解析や合成生物学の発展は、倫理・知的財産・データ共有に関する問題も生み出す。次の論点を含めて説明しなさい。

- (1) 自然に存在する遺伝子配列を解読しただけでは、直ちに特許取得につながるとは限らない理由。
- (2) ゲノムデータを公開・共有する利点と、個人ゲノム情報や合成生物学に関する注意点。

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別して書くこと

2026年9月・2027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

No.

1	/	2
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

選択	問題番号		科目名	
----	------	--	-----	--

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別して書くこと

2026年9月・2027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

No.

2	/	2
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号		科目名	
---------	--	-----	--