

2024年9月・2025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10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。
- ◎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。
- ◎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4 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行いなさい。

2024年9月・2025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。

質量 m の質点の一端が固定され、原点から距離に比例して原点に引き戻される復元力によって x 線上を直線的に運動する場合を考える。その復元力における比例定数を k とする。

1-1) この運動が復元力のみ作用する場合の運動方程式をたて、振幅 x はどのように記述できるかを示し、その運動の特徴を述べよ。

1-2) 復元力に加えて、速度に比例した抵抗力が作用する場合、その抵抗力における比例定数を λ として運動方程式を示せ。

1-3) 1-2)の場合、 k と λ の大きさの関係により、減衰振動、過減衰（過制動）、臨界減衰（臨界制動）を示す。それぞれの場合の k と λ の条件を示し、それぞれの条件における振幅 x はどのように記述できるかを示せ。

1-4) 1-1)の場合、外部から振動的な力 $mf_0 \cos(\omega_e t)$ を加えたときの運動方程式を示せ。 f_0 は定数、 ω_e は振動的な力の角振動数である。

1-5) 1-4)の場合、共振を示すときの条件を求め、その時の振幅 x はどのように記述できるかを示せ。

1-6) 1-2)の場合、外部から振動的な力 $mf_0 \cos(\omega_e t)$ を加えたとき運動方程式を示せ。その時の振幅 x はどのように記述できるか示し、その特徴について述べよ。

2. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

2-1) 有病率が $x\%$ の母集団に対して感染症の検査を実施した。検査に用いた装置の感度は $y\%$ 、特異度は $z\%$ とする。有病率はある母集団における患者の割合を表し、感度は患者に対して検査を実施して陽性と判定される割合であり、真の陽性率といわれる。それに対して、特異度は患者でない人に対して検査を実施して陰性と判定される割合であり、真の陰性率といわれる。一方、陽性判定の信憑性である陽性的中率は精度といわれる。

2-1-1) $x = 50\%$, $y = 90\%$, $z = 90\%$ のとき、陽性的中率は何%となるか、計算過程も示して答えよ。

2-1-2) $x = 1\%$, $y = 90\%$, $z = 90\%$ のとき、陽性的中率は何%となるか、計算過程も示して答えよ。

2-1-3) $x = 10\%$, $y = 90\%$, $z = 50\%$ のとき、陽性的中率は何%となるか、計算過程も示して答えよ。

2-1-4) $x = 10\%$, $y = 50\%$, $z = 90\%$ のとき、陽性的中率は何%となるか、計算過程も示して答えよ。

2-1-5) x , y , z を用いて、陽性的中率を導出過程も示して式で記述せよ。

2-2) ある一次の熱分解反応を示す物質 A の温度 300 K における A の濃度[A]の時間変化を以下の表 1-1 に示す。

表 1-1

t [s]	0	100	200	300
[A] [M]	1.99×10^{-2}	1.71×10^{-2}	1.40×10^{-2}	1.19×10^{-2}

2-2-1) 300 K における反応速度定数を求めよ。

2024年9月・2025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

- 2-2-2) 300 K における時間 600[s]後の濃度[A]を求めよ。
2-2-3) 300 K におけるこの反応の半減期を求めよ。

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

- 3-1) ある反応の速度定数が以下の表 1-2 のような温度変化を示した。これらのデータを用いて、アレニウスの式を用いて活性化エネルギーと頻度因子を求めよ。セルシウス温度と絶対温度との換算は $20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$ として用いなさい。

表 1-2

温度 ($^\circ\text{C}$)	383	493	608
速度定数 ($\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$)	3.5×10^{-7}	2.2×10^{-4}	4.0×10^{-2}

- 3-2) 温度 650°C と 20°C における半減期をそれぞれ求めよ。

4. 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

- 4-1) 1.50 mol の気体 X が 500 K で 50 cm^3 の容器に入っているとき、完全気体およびファンデルワールス気体として振舞う場合の圧力を求めよ。気体 X のファンデルワールスパラメーターを $a = 4.50 \text{ atm dm}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b = 4.35 \times 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ とする。 $R = 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

4-2) 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。

- 4-2-1) 弱酸 HX に関する、水中における解離平衡の反応式を示せ。
4-2-2) 温度 T における $2.00 \times 10^{-1} \text{ M}$ の HX の pH は 2.02 であった。このときの $[\text{X}^-]$ 及び $[\text{HX}]$ を求めよ。
4-2-3) 上記の 4-2-2) を用いて、温度 T における HX の酸解離定数 K_a 及び $\text{p}K_a$ を求めよ。
4-2-4) 上記の 4-2-3) で求めた K_a を用いて、温度 T における $4.20 \times 10^{-2} \text{ M}$ の HX の $[\text{X}^-]$, $[\text{OH}^-]$, 及び pH を求めよ。

4-3) 熱力学の第一法則、第二法則、第三法則についてそれぞれ説明せよ。

2024年9月・2025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. 以下の語句について、違いが分かるように説明しなさい。
 - 1-1) 定量分析法と定性分析法
 - 1-2) 球面調和関数と動径波動関数
 - 1-3) 赤外スペクトルと振動ラマンスペクトル
 - 1-4) 蛍光とりん光の発光原理と寿命
 - 1-5) 誘導放出と自然放出
 - 1-6) 核磁気共鳴における縦緩和と横緩和
 - 1-7) MALDI 法と ESI 法
 - 1-8) ゲルろ過クロマトグラフィーとイオン交換クロマトグラフィー
 - 1-9) 限外濾過膜と逆浸透膜
 - 1-10) 高速遠心分離と超遠心分離の用途

2. 紫外可視分光光度計を用いて 10 mm のプラスチックセルを用いてあるサンプルの 460 nm の吸収を測定したら透過率が 45% であった。尚、460 nm の波長におけるモル吸収係数は $350 \text{ dm}^3\text{mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$ とする。以下の問いに答えなさい。
 - 2-1) 石英セルやガラスセルを用いずに、プラスチックセルを用いた理由を述べなさい。
 - 2-2) 透過率を吸光度に変換しなさい。
 - 2-3) モル吸収係数を求める実験を簡単に説明しなさい。
 - 2-4) このサンプルは 460 nm に極大吸収波長があり、640 nm にそれよりも小さい吸収がある。このサンプルは何色を呈していると想像されるか答えなさい。
 - 2-5) このサンプルの濃度を計算しなさい。

2024年9月・2025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. 酸素分子の分子軌道エネルギー準位図と紫外光電子分光法で酸素分子のイオン化エネルギーを求める実験に関する以下の問いに答えなさい。
尚, 1 eV は $1.602 \times 10^{-19}\text{ J}$, プランク定数は $6.626 \times 10^{-34}\text{ Js}$, 光の速度は $2.998 \times 10^8\text{ ms}^{-1}$, 電子の質量は $9.109 \times 10^{-31}\text{ kg}$ とする。
- 3-1) 酸素分子を構成する2個の酸素原子の計2つの原子軌道 $2s$ から分子軌道 $1\sigma_g$ と $1\sigma_u$ が作られる。この添え字の g と u について説明しなさい。
 - 3-2) 同様に酸素分子を構成する酸素原子の計6つの原子軌道 $2p$ から形成される6つの分子軌道を3-1)と同様の記号を用いて示しなさい。
 - 3-3) 3-1), 3-2) で得られた分子軌道からエネルギー準位図を図示しなさい。
 - 3-4) 3-3) のエネルギー準位図に電子を $\uparrow$ として配置させなさい。
 - 3-5) O_2^+ の結合次数を求めなさい。
 - 3-6) O_2 と O_2^+ と比較してどちらの結合長が長いのか, 根拠とともに説明しなさい。
 - 3-7) 紫外光電子分光法について説明しなさい。
 - 3-8) 紫外光電子分光法によって, 58.43 nm の波長をもつ $He[I]$ 線を照射して酸素分子から放出させた光電子は 7.62 eV の運動エネルギーを持つ。酸素分子のイオン化エネルギーを計算しなさい。
 - 3-9) 3-8) のイオン化エネルギーで放出される電子が占有されていた分子軌道の名称を答えなさい。
 - 3-10) 3-8) で放出された電子の速度を求めなさい。
 - 3-11) 3-8) で放出された電子の運動量から, この電子がもつ波長(ドブローイ波長)を求めなさい。
 - 3-12) $He[I]$ 線は, ヘリウムの原子軌道から1電子が p 軌道に励起した状態から s 軌道に遷移する際に放出される紫外線である。この遷移を項の記号を用いて示しなさい。

2024年9月・2025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. 以下の文章を読んで、問いに答えなさい。

文 常染色体劣性遺伝病である（ア）の患者は、紫外線に高感受性を示し、高頻度に皮膚がん(1)を発症する。この遺伝病は、紫外線により生じる（イ）塩基間の架橋を修復する機構である（ウ）除去修復に関わる遺伝子に異常を持つことが知られている。この修復には複数のタンパク質が関与しており、それらが順序よく協同してDNAの損傷を修復する(2)。（ウ）除去修復に関与する二つ（仮にタンパク質X、タンパク質Yとする）に着目して、次の実験を行った。

実験1 ある化合物により損傷させたDNA(+)あるいは損傷していないDNA(-)に、タンパク質Xを加えたサンプル(+)と加えないサンプル(-)を調製した。適当な緩衝液中で保温したのち、タンパク質Xに対する抗体を用いて免疫沈降をおこなった。沈降物に含まれるDNAをアガロースゲル電気泳動のち検出したところ、図3-1の結果を得た。レーン1とレーン2で用いたDNA-iは化合物による損傷を受けていないが、レーン3と4で用いたDNA-iは化合物による損傷を受けている。DNA-iiはすべてのレーンにわたり化合物による損傷を受けていない。

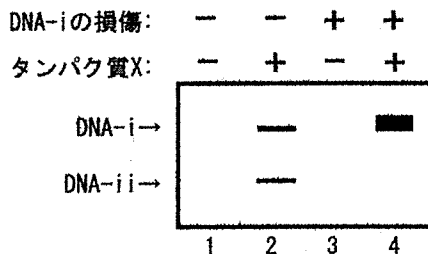


図3-1

実験2 （ウ）除去修復に関与するタンパク質画分から、タンパク質Xのみを除いたものを画分A、タンパク質Yのみを除いたものを画分B、ある化合物により損傷させた2種類のDNA(DNA-I, DNA-II)を調製した。画分Aのみ、画分Bのみでは修復反応は進まないが、これらを混合すると修復反応が進む。図3-2の左のグラフは、画分Aと画分Bを混合したものにDNA-IとDNA-IIを加えて、一定時間保温後に、それぞれのDNAにおける修復の程度を測定した結果である。右のグラフは、DNA-Iと画分Aを混合したものと、DNA-IIと画分Bを混合したものを、それぞれ別に用意し、一定時間保温後に、これらを混合して修復の程度を測定した結果である。●はDNA-Iの修復、▲はDNA-IIの修復を表す。

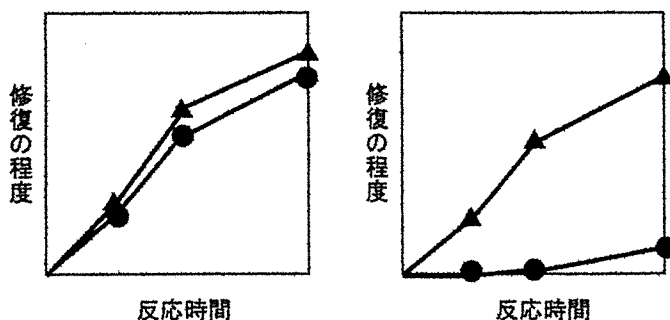


図3-2

2024年9月・2025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

1-1) 空欄 (ア) ～ (ウ) に当てはまる語句を答えなさい。

1-2) 下線部(1)について、皮膚がんの一種であるメラノーマ (悪性黒色腫) では BRAF 遺伝子の変異が見られる。変異 BRAF タンパク質を標的とする分子標的薬を以下の選択肢から一つ選び、番号で答えなさい。

1-3) メラノーマでは、分子標的薬以外にも免疫チェックポイント阻害薬の使用も承認されている。免疫チェックポイント阻害薬を以下の選択肢から一つ選び、番号で答えなさい。

1-2)と 1-3)の選択肢 (商品名, カッコ内は一般名) :

- ①イレッサ (ゲフィチニブ), ②オブジーボ (ニボルマブ), ③グリベック (イマチニブ),
④ゼルボラフ (ベムラフェニブ), ⑤ハーセプチン (トラスツズマブ)

1-4) BRAF タンパク質のもつ酵素活性を答えなさい。

1-5) BRAF から ERK の活性化に至る細胞増殖のシグナル経路について説明しなさい。

1-6) (ア) の患者に発症したがんの治療に, 1-3)で解答した免疫チェックポイント阻害薬は有効だろうか。1-3)で解答した免疫チェックポイント阻害薬の作用機序を説明し, その有効性を考察しなさい。

1-7) 実験1の結果から, タンパク質 X の性質について考察しなさい。

1-8) 実験2の結果から, 修復反応においてタンパク質 X とタンパク質 Y が作用する順序を考察しなさい。

2024年9月・2025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. 以下の文章を読んで、問いに答えなさい。

文 シグナル伝達経路には、タンパク質のリン酸化とそれを標的としたタンパク質分解反応が組み込まれていることがある。例えば、転写因子 NF- κ B は刺激のない状態では (ア) と結合することで、(イ) に局在している。しかし、サイトカインなどの刺激に応答して (ア) がリン酸化されると、続いて、リン酸化された (ア) に (ウ) 化が起き、(エ) で分解される。これにより NF- κ B は標的遺伝子の転写を促進できるようになる。Wnt シグナル経路では、受容体からの刺激がない状態では (オ) が常にリン酸化を受けることで分解されている。しかし、刺激を受けると (オ) のリン酸化を担うタンパク質複合体が解体することで (オ) は分解を受けなくなり、転写を促進する(1)。大腸がんではこのタンパク質複合体に含まれる (カ) を指令する遺伝子に変異が見られる。この遺伝子は家族性大腸腺腫症の原因遺伝子としても知られる代表的な (キ) 遺伝子である。

タンパク質 (ア) について、以下の実験をおこなった。

実験3 (ア) のリン酸化部位は、アミノ末端から数えて 32 番目と 36 番目の S 残基である。これらの S 残基単独あるいは両方ともに A 残基に変異させたタンパク質 (それぞれ S32A, S36A, S32/36A と記す) を産生させる発現ベクターを作製した。正常な (ア) を wt と記す。wt, S32A, S36A, S32/36A のそれぞれを産生する発現ベクターと、NF- κ B の結合配列をもつレポータープラスミドをヒト細胞に導入し、NF- κ B 経路を活性化する薬物を添加した。この実験系では、薬物刺激により レポーター遺伝子(2) の転写が促進される。産生されたレポータータンパク質の活性を測定することで、転写の活性化を評価する。wt の (ア) を発現させた条件下で、薬物の添加により約 5 倍の転写活性の促進が観察された。これを 1 (相対値) として、各種の変異 (ア) を発現させた場合のレポータータンパク質の活性の相対値を図 3-3 に示した。

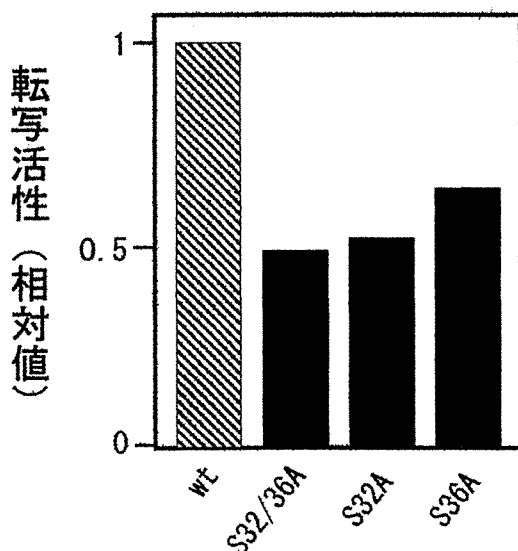


図 3-3

2024年9月・2025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

2-1) 空欄(ア)～(キ)に当てはまる語句を答えなさい。ただし、(キ)には「がん」もしくは「がん抑制」のいずれかの語句を答えなさい。

2-2) 下線部(1)の転写活性化の機構を説明しなさい。

2-3) SとAはアミノ酸の一文字表記である。それぞれのアミノ酸を三文字表記で答えなさい。

2-4) SとAの側鎖の違いを答えなさい。

2-5) 下線部(2)のレポーター遺伝子として、ホタル由来の発光タンパク質を指令する遺伝子がよく使われる。この遺伝子の名前を答えなさい。

2-6) 実験3の結果から、S32とS36の変異が(ア)にもたらす効果について仮説を立てなさい。

2-7) 2-6)の仮説を検証するためにどのような実験をすればよいか。具体的にどのような実験手法を用いて何を調べるのか、そして、どのような結果が期待されるのかを記述すること。予想される結果については図を用いて説明しても良い。ただし、あくまでも図は補助として用い、文章で説明すること。

2024年9月・2025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。

原核生物の免疫機構は、主に侵入するウイルスやプラスミドなどの遺伝的要素に対する防御として発達している。これらの防御メカニズムは非常に多様で、環境からのウイルスの脅威に対して効果的に対処するための戦略を提供する。

代表的なシステムの1つとして、(a)系が挙げられる。外来のDNAを識別し、切断する最も一般的な防御機構の一つである。このシステムには2つの酵素が含まれている。(b)酵素は特定のDNA配列を認識し、その配列を持つDNAを切断する。一方、(c)酵素は原核生物自身のDNAにメチル基を付加して、自己のDNAを(b)酵素の作用から保護する。

(d)システムも原核生物に見られる獲得免疫システムと言える。このシステムは、侵入したウイルスのDNAから取得したスパーサー（DNA断片）を(e)配列に組み込むことで、ウイルスの侵入に備える。ウイルスが侵入した際には、(e)配列が転写されガイドRNAとして機能し、(f)タンパク質と結合して特定のウイルスDNAを切断し無力化する。

1-1) (a)～(f)に入る適切な単語を答えなさい。

1-2) ゲノム上のメチル化された塩基を解析する方法について説明しなさい。

1-3) (d)システムについて、プライムエディティングという技術が開発されている。具体的にはどのような技術であるか説明しなさい。

1-4) ゲノム編集技術を用いることで生物の形質を変えることが可能であるが、実際どのような有用形質の作出に使われた事例があるか、具体例を挙げて説明しなさい。

1-5) ゲノム編集の倫理的な課題を説明しなさい。

2024年9月・2025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. 下記の文章を読んで問いに答えなさい。

原核生物の遺伝子発現を調節するためには、プロモーターとそれを制御するシステムが重要である。プロモーターは DNA 上で RNA ポリメラーゼが結合し、遺伝子の転写を開始する領域である。強力なプロモーターは、発現量を最大化したい場合に使用するが、バクテリオファージ由来の (a) プロモーターは、高い発現レベルを達成するために広く用いられている。誘導可能なプロモーターは、特定の誘導剤によって遺伝子の発現をオンにできるシステムである。例えば、lac プロモーターは、(b) の添加によって活性化される。lac オペロンは、(c) の代謝に関連する遺伝子を制御する。Lac (d) は通常、オペロンのプロモーター領域に結合し、遺伝子の転写を防ぐ。(c) または (b) が存在すると、これが (d) に結合し、(d) の形状が変わって DNA から解離し、(e) がプロモーターにアクセスしやすくなり、遺伝子の発現が開始する。このようなシステムとは異なり、①特定の条件下で (f) プロテインによって遺伝子の発現を強化するシステムもある。

2-1) (a) ～ (f) に入る適切な単語を答えなさい。

2-2) 下線①のシステムに細菌のクオラムセンシングに関係するものがある。そのシステムについて説明しなさい。

2-3) 原核生物と真核生物における遺伝子発現制御の違いを説明しなさい。

2-4) 多様な生物種を宿主とした遺伝子発現系が用いられているが、大腸菌などの細菌よりも真核生物を宿主とした遺伝子発現系が必要になる場合がある。どのような場合か説明しなさい。

3. 下記の文章を読んで問いに答えなさい。

3-1) エクソソームは、多機能な細胞外小胞であり、さまざまな生物学的プロセスにおいて重要な役割を果たしています。このようなエクソソームの特徴と機能、さらには期待される利活用についても述べなさい。

3-2) 遺伝子発現解析においてリボゾームプロファイリング技術がある。どのような技術であるか、またこの技術を用いた解析によってどのようなことを明らかにすることができるのかについても説明しなさい。

3-3) タンパク質の3次元構造を予測する方法を3つ挙げなさい。

3-4) 2020年のノーベル医学・生理学賞は、Harvey J. Alter, Michael Houghton, Charles M. Rice によるC型肝炎ウイルスの発見に対して授与された。このウイルスの特徴について簡単に説明しなさい。

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

2024年9月・2025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	/	4
---	---	---

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」は明確に区別すること

2024年9月・2025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	/	4
---	---	---

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」は明確に区別すること

2024年9月・2025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.

3	/	4
---	---	---

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」は明確に区別すること

2024年9月・2025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.

4	/	4
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号		科目名	
---------	--	-----	--