

整理番号
2

2025 年度 10 月・2026 年度 4 月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

問題用紙 ライフサイエンス

生命工学  
専攻

9枚のうち1

受験番号 MC-

### 注意事項（試験開始前に必ず読むこと）

- この問題用紙は大問 6 題（総枚数 9 枚）から構成されている。
- 「解答はじめ」の指示の後、大問  ～  すべての問題を解答すること。
- 各問題に対する解答は、対応する解答用紙に記入すること。
- 問題用紙の冊子、解答用紙の冊子はいずれも「解答はじめ」の指示があるまで、開いてはならない。
- 解答用紙はすべて試験終了後に回収する。持ち帰ってはならない。

9枚のうち2

受験番号 MC-

1

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

私たちの体は、状況に応じてさまざまな代謝経路を駆使してエネルギーを生み出している。その中でも、脂質の代謝は、エネルギー需要が高まった状況で重要な役割を果たす。脂肪細胞に貯蔵された（ア）は、リパーゼなどの酵素によって脂肪酸と（イ）に加水分解される。遊離した脂肪酸は血漿タンパク質である（ウ）と結合して血液中を運搬され、標的細胞に取り込まれた後、脂肪酸チオキナーゼによって（エ）へと変換される。（エ）は細胞内小器官である（オ）の内膜に輸送され、β酸化によって最終的にアセチルCoAに分解され、クエン酸回路などに供給される。炭水化物が不足する状況下では、体内のタンパク質もまた重要な代謝基質となる。脂肪酸の代謝と同様に、タンパク質も必要に応じて分解され、エネルギー源や代謝中間体の供給源となる。不要となったタンパク質は、目印として（カ）によって標識され、（キ）と呼ばれるタンパク質複合体によってペプチドに分解され、最終的にアミノ酸へと分解される。これらのアミノ酸はさらにエネルギー代謝にも利用される。アミノ酸分解の第一段階は脱アミノ化を受けて炭素骨格と（ク）に分けられ、炭素骨格はクエン酸回路などに利用される。例えばアラニンは脱アミノ化により炭素骨格である（ケ）に変換される。また、セリンも同様に脱アミノ化され（ケ）になる。一方、アスパラギン酸はクエン酸回路の中間体である（コ）に変換される。このように多様な20種のアミノ酸の炭素骨格は、（ケ）や（コ）を含む中間体に変換され再び利用される。また、（ク）は毒性があるため、主に肝臓で無毒な（サ）に変換され、排泄される。このように、脂質やタンパク質の代謝は、エネルギー獲得にとどまらず、細胞の恒常性維持や栄養バランスの調整にも深く関わっており、生体にとって不可欠なプロセスである。

- [1] 文章中の空欄（ア）～（サ）に当てはまる適切な語句を答えなさい。
- [2] （ア）は糖質やタンパク質と比べてエネルギー貯蔵体として適している。その理由を40字以上60字以内で説明しなさい。
- [3] 脂肪酸の1つであるステアリン酸（C18:0）が完全酸化されるときATP産生量を計算し、ATPの分子数を答えなさい。ただし、以下の条件を用いて計算すること。
- ・β酸化1回あたりNADH 1個（2.5分子のATP）、FADH<sub>2</sub> 1個（1.5分子のATP）が生成される。
  - ・β酸化の最終生成物であるアセチルCoA 1個につき、クエン酸回路で10分子のATPが得られる。
  - ・脂肪酸の活性化に2分子のATPが消費される。
- [4] 次のアミノ酸a～cについて、以下の問いに答えなさい。
- a. アラニン、b. セリン、c. アスパラギン酸
- (1) アミノ酸a～cのそれぞれについて、側鎖官能基の極性の有無（極性あり／非極性）、生理的条件下における電荷（正／負／無）、3文字表記、1文字表記を、解答用紙の記載例に従って答えなさい。
- (2) アミノ酸a～cの中で、タンパク質内でリン酸化されやすく、細胞内シグナル伝達経路の調節に重要な役割を果たすものを1つ選び、アルファベットで答えなさい。



整理番号

2025年度10月・2026年度4月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

2

問題用紙

ライフサイエンス

生命工学  
専攻

9枚のうち4

受験番号

MC-

2

〔7〕PCR法は、温度の異なる3つの反応を繰り返してDNAを増幅する方法である。ここでは、95℃、60℃、72℃の温度で反応を行うこととした。各温度で起こる反応をそれぞれ30字以内で答えなさい。

〔8〕図のDNAが  $1.0 \times 10^2$  分子含まれる溶液に〔6〕で用意したプライマーを加え、7サイクルのPCRを行った。この反応溶液には、その他にもPCRに必要な全ての物質が含まれている。PCRの各反応が理想的に進行した場合、点線で囲われた部分のDNAは何分子得られるかを計算し、答えなさい。

9枚のうち5

受験番号 MC-

3 次の文章を読んで、以下の間に答えなさい。

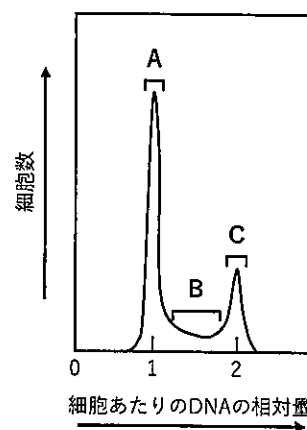
一般に、動物細胞の細胞周期は4期に分けられる。ゲノムDNAが複製される（ア）期、染色体の分離と細胞分裂がおこる（イ）期、（ア）期が終わり（イ）期が開始するまでの間を（ウ）期、（イ）期が終わり（ア）期が開始するまでの間を（エ）期という。

細胞周期制御系の中心を担っているのは、タンパク質のリン酸化状態を変化させる（オ）とその調節タンパク質である（カ）からなる複合体群である。

また、動物細胞は、その細胞のDNAが損傷を受けると細胞周期を停止する。深刻なDNA損傷をもつ動物細胞は、アポトーシスによる細胞死へと誘導される。

[1] 文章中の空欄（ア）から（カ）に当てはまる適切な語句を答えなさい。

[2] 右図は、増殖中の細胞集団について、個々の細胞のDNA量をフローサイトメーターで測定した結果である。文章中の（ア）期～（エ）期の4期に分けられる細胞は、図中の区分A～Cの細胞集団のどこに含まれるか、A～Cの記号で答えなさい。



[3] 高濃度のチミジンは、細胞周期を同調させるために使用する化合物である。ある種の動物細胞を正常な培養液で培養したところ、（ア）期、（イ）期、（ウ）期、（エ）期の長さは、それぞれ10時間、1時間、6時間、7時間であった。この動物細胞に高濃度のチミジンを添加して14時間培養した後、高濃度のチミジンを含まない正常な培養液で10時間培養し、再び高濃度のチミジンを添加して14時間培養した場合、どの時期で細胞周期が停止するか、その理由を含めて40字以上60字以内で答えなさい。

[4] 下線部について、これらの応答に深く関与し、p21遺伝子の転写を誘導する因子の名称を答えなさい。

[5] Rb遺伝子は、遺伝性のがんである網膜芽細胞腫に関与するがん抑制遺伝子である。Rbタンパク質は細胞周期調節因子である。以下の問に答えなさい。

(1) Rbタンパク質の細胞周期調節機構を次の語句を全て使って100字以上120字以内で説明しなさい。

〈E2Fタンパク質、複合体、リン酸化、転写因子〉

(2) 遺伝性網膜芽細胞腫が生じる理由を細胞周期の観点から40字以上60字以内で説明しなさい。

9枚のうち6

受験番号

MC-

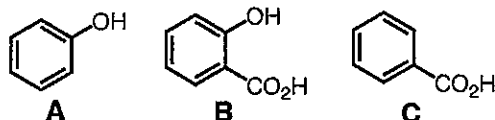
4

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

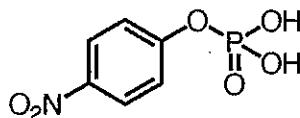
〔1〕糖の立体構造について以下の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 天然の $\beta$ -D-グルコースは、いす形配座においてすべての置換基がエクアトリアル位に配置されており非常に安定な構造をとる。一方、 $\beta$ -D-ガラクトースは $\beta$ -D-グルコースの4位エピマーであり、その立体配置は*R*である。天然の $\beta$ -D-ガラクトースのいす形配座を答えなさい。
- (2)  $\beta$ -D-グルコースの標準生成エンタルピーは、 $\beta$ -D-ガラクトースのそれと比べてわずかに低い。この違いは主に糖の水酸基の立体配置による立体障害に起因する。この立体的要因を考察するために、 $\beta$ -D-ガラクトースの3位炭素原子から4位炭素原子方向を眺めた時のNewman投影式を答えなさい。ただし、2位と5位の炭素原子は、それぞれC2、C5と略しなさい。

〔2〕以下の3つの酸性を示す化合物(A, B, C)について(1)～(3)に答えなさい。

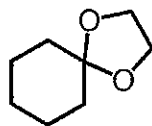


- (1) これらの化合物(A, B, C)を酸性度の高い順にアルファベットで答えなさい。
- (2) 最も酸性度の高い化合物において、その酸性度が高い理由を「共役塩基」と「アニオン」という語を用いて30字以内で説明しなさい。
- (3) 上記の理由の根拠となることがわかるように、最も酸性度の高い化合物の共役塩基の構造式を答えなさい。
- 〔3〕以下の構造式に示す*p*-ニトロフェニルリン酸は、アルカリホスファターゼ(ALP)の活性測定において呈色指示薬として用いられる。この呈色は、ALPにより生成した化合物が塩基性条件下でアニオンとなり、共鳴構造を取ることに起因している。このアニオンにおいて2種類の寄与の大きな共鳴構造式を電子移動の矢印とともに答えなさい。



〔4〕酸性条件下で加水分解されるアセタールやアミノアセタールについて以下の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 以下の構造式に示す環状アセタールから、塩酸酸性水溶液条件下において加水分解して生じる2つの主生成物の構造式を電子移動の矢印(反応メカニズム)とともに答えなさい。



- (2) DNA損傷の一種に脱プリン反応がある。これは加水分解によりプリン塩基がDNAから失われ、脱塩基部位が生成する反応である。解答用紙に示したデオキシアデノシンの構造中において、アミノアセタール部位を囲んで答えなさい。
- (3) デオキシアデノシンの脱プリン反応により生じるすべての生成物の構造式を答えなさい。

[1] 水中もしくは油中に置かれた2つの電荷間に働くクーロン力に関し、以下の問いに答えなさい。

(1) 水と油の比誘電率の値を、それぞれ次の中から最も適切と考えられる値を選びなさい。

0.1, 0.5, 3, 10, 50, 80, 120

(2) 水中で働くクーロン力は、油中の何倍か有効数字1桁で求めなさい。ただし、電荷のペア及び電荷間の距離は、水中と油中で同じであるとする。

[2] 4 °Cの純水中の水分子（分子量18）のモル濃度を、有効数字2桁で導出過程とともに単位を明示して答えなさい。

[3] 1.00 molの水が100 °C、1.00気圧の下で全て蒸発することを考える。この時、以下の問いに答えなさい。ただし、水のモル蒸発熱は $40.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、気体定数は $8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 、0 Kは $-273 \text{ °C}$ とする。また、水の体積は無視し、水蒸気を理想気体と考える。

(1) この時の内部エネルギーの増加を、単位を明示して有効数字3桁で答えなさい。

(2) この時のエントロピーの増加を、単位を明示して有効数字3桁で答えなさい。

[4] 質量 $m$ の極めて小さな粒子を、 $x$ 軸上の $0 \leq x \leq L$ の範囲に閉じ込める。また、粒子の位置エネルギーは $0 \leq x \leq L$ では0、 $x < 0$ と $x > L$ では無限大とする。また、プランク定数を $h$ とする。この時、以下の問いに答えなさい。

(1) この範囲の粒子の運動が波として存在するために、ド・ブローイ波長 $\lambda$ が満たすべき条件を、正の整数 $N$ を用いて求めなさい。また、必要であれば、以下の問題において、この $N$ を用いてよい。

(2) この粒子の全エネルギー $E$ を、ド・ブローイ波長 $\lambda$ を用いて式で表しなさい。

(3) (1)と(2)の結果を用いて、この粒子の全エネルギー $E$ が離散的な値をとることを説明しなさい。

(4)  $N=3$ のとき、粒子の存在確率が最大となる $x$ 座標を全て求めなさい。

9枚のうち8

受験番号 MC-

6

質量分析法に関する、以下の問いに答えなさい。

〔1〕 Molecular weight (分子量) と exact mass (精密質量) の違いを、100字以内で説明しなさい。また、質量分析法で得られる情報は、(ア) を反映する。(ア) に当てはまる語句として適切なものは分子量または精密質量のどちらであるか、答えなさい。さらに、アデノシン三リン酸(ATP) の(ア) の計算値を求めなさい。ATPの化学式は  $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$  であり、以下の表を参考にして小数点第3位まで求めること。なお、下表の情報は以降の設問でも使用してよい。

元素	精密質量	原子量	原子数	精密質量 × 原子数	原子量 × 原子数
C	12.000	12.011	10	120.000	120.110
H	1.008	1.008	16	16.128	16.128
N	14.003	14.007	5	70.015	70.035
O	15.995	15.999	13	207.935	207.987
P	30.974	30.974	3	92.922	92.922

〔2〕 ATPの分析には、エレクトロスプレーイオン化法がよく用いられる。ATPをネガティブイオン(陰イオン)モードで分析すると、通常は1価の脱プロトン体として検出されるが、条件によっては2価の脱プロトン体としても観測される。プロトンの質量を1.007としたとき、1価および2価イオンの  $m/z$  を、小数点第1位で四捨五入して整数値で答えなさい。なお、ここでのプロトンとは、正に帯電した水素イオン ( $H^+$ ) を指す。

〔3〕 ATPの1価の脱プロトン体を衝突誘起解離法によって開裂させ、MS/MSスペクトルを観測したところ、以下に示す  $m/z$  と相対強度 (%) をもつプロダクトイオンが得られた。このうち、 $m/z$  78.958 のプロダクトイオンについて、以下の問いに答えなさい。ただし、使用した質量分析計の質量精度は  $m/z$  100において20 ppm未満であるものとする。

$m/z$	相対強度 (%)
158.925	100.00
78.958	18.57
176.936	11.26
408.011	7.29
134.046	6.94

- (1) このイオンがATPのどの部位に由来するか、30字以内で簡潔に説明しなさい。
- (2) このイオンの推定されるイオン式(例:  $SO_3^{2-}$ )を記述しなさい。
- (3) 質量分析の質量精度を表す指標 ppm の意味を、40字以内で説明しなさい。

整理番号

2025年度10月・2026年度4月入学 東京農工大学工学府博士前期課程

2

問題用紙

ライフサイエンス

生命工学  
専攻

9枚のうち9

受験番号

MC-

6

〔4〕 ATPの細胞内における存在量を比較する実験に先立ち、質量分析計におけるイオン強度のばらつきを評価するため、標準物質を5回測定した。得られたイオン強度は以下のとおりである。

イオン強度値	
1回目	5100
2回目	5300
3回目	4800
4回目	4700
5回目	5100

(1) このデータの標準偏差および標準誤差をそれぞれ整数値（小数点以下切り捨て）で求めなさい。ただし、標準偏差は不偏分散に基づいて算出するものとする。なお、6の平方根は2.449、5の平方根は2.236、1.2の平方根は1.095を用いてもよい。

(2) 測定ごとのばらつきを評価する目的では、標準偏差と標準誤差のどちらを用いるべきかを答えなさい。

# 解答例

整理番号

2025年度10月・2026年度4月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

2

## 解答用紙

試験科目	専攻(専修)	受験番号	評点
ライフサイエンス	生命工学専攻	MC-	

8枚のうち1

1

〔1〕

(ア)	トリアシルグリセロール/トリグリセリド	(イ)	グリセロール	(ウ)	アルブミン	(エ)	アシルCoA
(オ)	ミトコンドリア	(カ)	ユビキチン	(キ)	プロテアソーム	(ク)	アンモニア/アンモニウムイオン
(ケ)	ピルビン酸	(コ)	オキサロ酢酸	(サ)	尿素		

〔2〕

ト	リ	ア	シ	ル	グ	リ	セ	ロ	ー	ル	は	完	全	酸	化	に	よ	る	発	20
熱	量	が	高	く	、	非	極	性	で	水	和	し	な	い	た	め	、	効	率	40
的	に	エ	ネ	ル	ギ	ー	を	貯	蔵	で	き	る	。							60

〔3〕

120

〔4〕

(1)

	極性の有無 (極性あり/非極性)	電荷 (正/負/無)	3文字表記	1文字表記
例: ヒスチジン	極性あり	正	His	H
a. アラニン	非極性	無	Ala	A
b. セリン	極性あり	無	Ser	S
c. アスパラギン酸	極性あり	負	Asp	D

(2)

b

# 解答例

整理番号

2025年度10月・2026年度4月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

2

## 解答用紙

試験科目	専攻(専修)	受験番号	評点
ライフサイエンス	生命工学専攻	MC-	

8枚のうち2

2

[1]

プロモーター	RNAポリメラーゼ
オペレーター	リプレッサー

[2]

リ	プ	レ	ッ	サ	ー	の	結	合	の	有	無	に	よ	り	、	遺	伝	子	の
転	写	を	制	御	す	る	働	き	。										

20  
40

[3]

5' A U U G U G 3'

[4]

翻訳装置の名称 リボソーム

[5]

5' A U G A C C 3'

[6]

① ⑥

[7]

95°C	鑄	型	D	N	A	の	二	本	鎖	の	熱	解	離	(	変
	性	)													

15  
30

60°C	プ	ラ	イ	マ	ー	の	鑄	型	D	N	A	へ	の	ア	ニ
	ー	リ	ン	グ											

15  
30

72°C	D	N	A	ポ	リ	メ	ラ	ー	ゼ	に	よ	る	D	N	A
	の	伸	長	反	応										

15  
30

[8]

$3.2 \times 10^3$  分子

# 解答例

整理番号

2025 年度 10 月・2026 年度 4 月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

2

## 解答用紙

試験科目	専攻	受験番号	評点
ライフサイエンス	生命工学専攻	MC-	

8枚のうち3

3

[1]

(ア)	S	(イ)	M (分裂)
(ウ)	G2	(エ)	G1
(オ)	Cdk (サイクリン依存キナーゼ)	(カ)	サイクリン

[2]

(ア)	B	(イ)	C	(ウ)	C	(エ)	A
-----	---	-----	---	-----	---	-----	---

[3]

高濃度のチミジンによりデオキシリボヌクレ	20
オチド合成経路が阻害されるため、G1/S	40
期境界で停止する。	60

[4]

p53 タンパク質



# 解答例

整理番号

2025年度10月・2026年度4月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

2

## 解答用紙

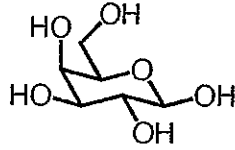
試験科目	専攻(専修)	受験番号	評点
ライフサイエンス	生命工学専攻	MC-	

8枚のうち5

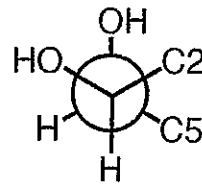
4

[1]

(1)



(2)



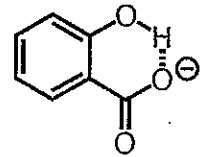
[2]

(1) 酸性度の高い順



(3)

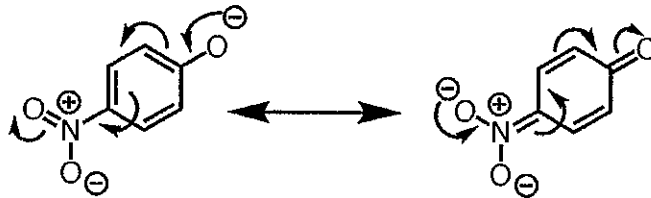
共役塩基の構造式



(2) 理由

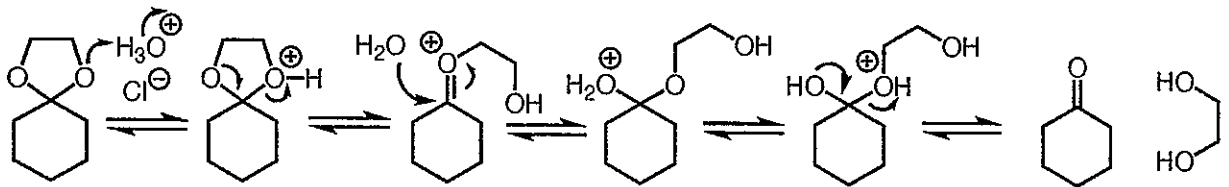
共役塩基のアニオンが分子内水素結合で安定化されるから。

[3]

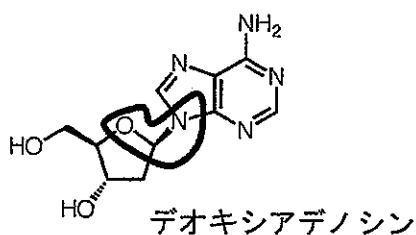


[4]

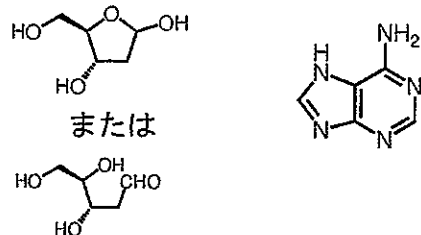
(1)



(2)



(3)



# 解答例

整理番号

2025 年度 10 月・2026 年度 4 月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

2

## 解答用紙

試験科目	専攻	受験番号	評点
ライフサイエンス	生命工学専攻	MC-	

8 枚のうち 6

5

[1]

(1) 比誘電率: 水 80、油 3

(2) ( $4 \times 10^{-2}$ ) 倍

[2]

導出過程と答え

水の比重  $1.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$

水の分子量 18 から、 $1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$  は  $1000/18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  に相当する。よって  $56 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

[3]

(1) 内部エネルギーの増加 37.6 kJ

(2) エントロピーの増加 109 J·K<sup>-1</sup>

[4]

(1)  $\lambda = \underline{2L / N}$

(2)  $E = \underline{(1/2)m^{-1} \cdot h^2 \cdot \lambda^{-2}}$

(3) (2)に(1)を代入して、 $E = (1/8)N^2 \cdot h^2 \cdot m^{-1} \cdot L^{-2}$

$N = 1, 2, 3 \dots$  より、 $E$  は離散的な値を取る。

(4)  $x = \underline{(1/6)L, (1/2)L, (5/6)L}$

# 解答例

整理番号
2

2025年度10月・2026年度4月入学 東京農工大学工学府博士前期課程

## 解答用紙

試験科目	専攻(専修)	受験番号	評点
ライフサイエンス	生命工学専攻	MC-	

8枚のうち7
--------

6
---

[1]

分子量は天然同位体の存在比を反映した各元素の原子量を用いて算出された値である。一方、精密質量は各元素の最も多く存在する安定同位体の質量のみを用いて算出される質量である。	20
	40
	60
	80
	100

(ア) 精密質量

(ア) の計算値

[2]

1 価イオン

2 価イオン

# 解答例

整理番号

2025年度10月・2026年度4月入学 東京農工大学工学府博士前期課程

2

## 解答用紙

試験科目	専攻(専修)	受験番号	評点
ライフサイエンス	生命工学専攻	MC-	

8枚のうち8

6

[3]

(1)

末	端	の	エ	ス	テ	ル	結	合	が	開	裂	し	て	生	じ	た	リ	ン	酸	20	
基	に	由	来	す	る	も	の	。													30

(2)

$\text{PO}_3^-$

(3)

観	測	値	と	理	論	値	の	差	を	理	論	値	で	割	り	、	百	万	分	20	
率	で	示	し	た	も	の	。														40

[4]

(1)

標準偏差

244

標準誤差

109

(2)

標準偏差

2025 年度 10 月入学  
2026 年度 4 月入学  
東京農工大学大学院工学府  
博士前期課程（修士）入学試験  
口述試験 評価の観点

**【口述試験（生命工学専攻）】**

口述試験においては、工学府および専攻の掲げるアドミッションポリシーに基づき、専攻の専門性に基づく自身の研究内容の理解度ならびに問題発見・解決に向けた思考力、これらを踏まえた説明の明確さ、質疑応答における応答の適切さ、コミュニケーション能力（日本語、外国語を問わず）等を総合的に評価しました。