

令和 7 (2025) 年度
学習院大学大学院
自然科学研究科・生命科学専攻
博士前期課程
試験区分 (一般・春季)
入学試験問題

9:00～12:00	13:30～15:00
生命科学	英語

2025年度（令和7年度）

学習院大学大学院

自然科学研究科 生命科学専攻 博士前期課程
(春季募集)

入学試験問題

1 時限目

生 命 科 学

1. この問題冊子には、基礎生命科学，生命科学（1），生命科学（2）の問題がまとめられている。本文は，表紙を除いて6ページある。
2. 基礎生命科学，生命科学（1），生命科学（2）の全てに解答すること。
3. 解答用紙の枚数は，基礎生命科学，生命科学（1），生命科学（2）各1枚である。各解答用紙に，基礎生命科学，生命科学（1），生命科学（2）のいずれの解答であるかを明記し，さらに各解答に，「問1」のように問題番号を明記すること。すべての解答用紙は裏面も使用してよい。

基礎生命科学

問 1. 以下の 2 つの語句について、それぞれの違いがわかるように説明してください。

- ① 転写と翻訳
- ② 遺伝子と DNA
- ③ 酵素と酵母

問 2. 以下の語句について説明してください。

- ① シンテニーの保存
- ② SD 配列
- ③ アミノアシル tRNA 合成酵素
- ④ スプライシング
- ⑤ レトロウイルス

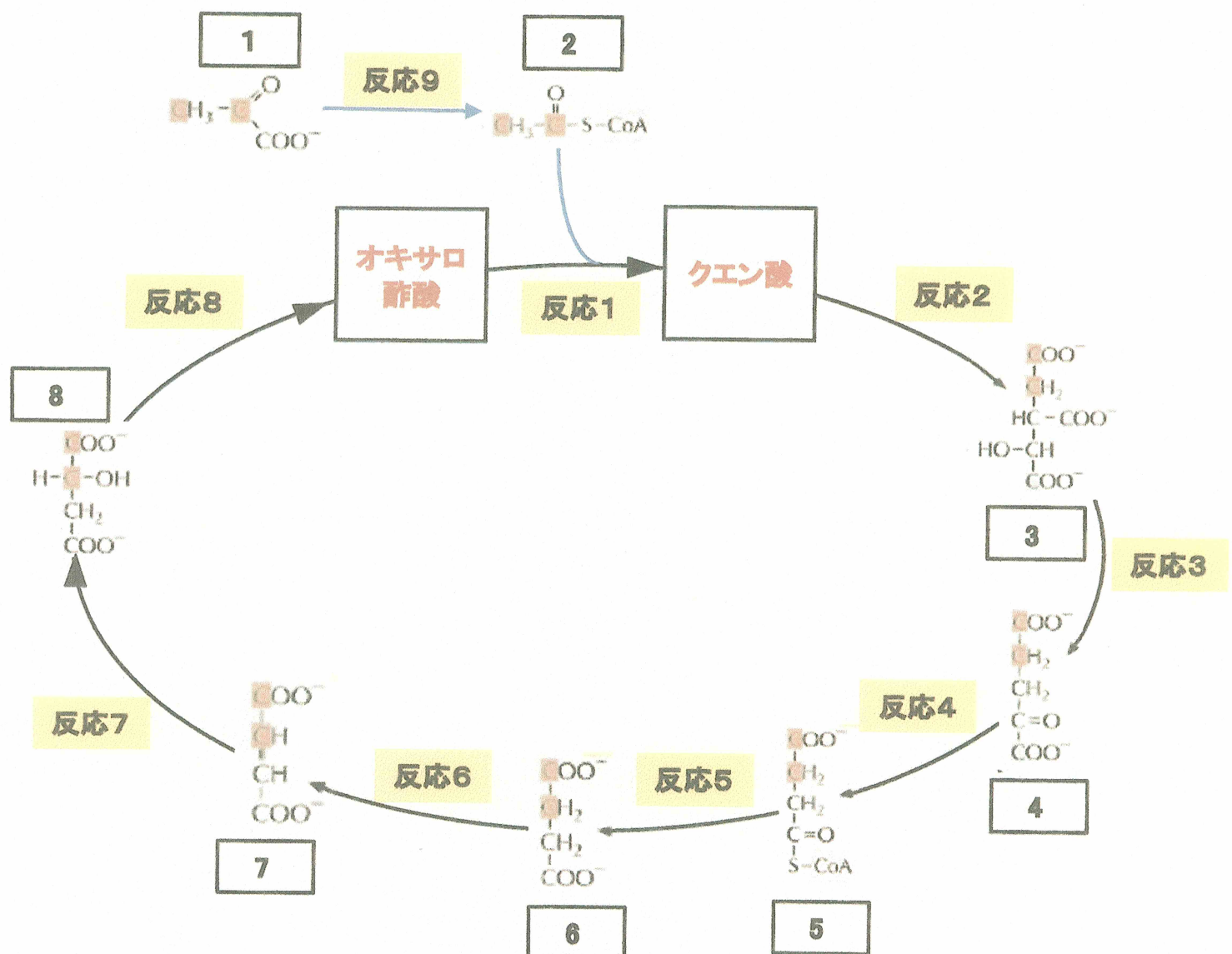
問 3. RNA ポリメラーゼが転写開始点を認識する仕組みを、原核生物、真核生物それぞれについて、それぞれの遺伝子構造の違い及び σ 因子、転写基本因子群の役割を中心に説明してください。

問 4. 大腸菌の lac オペロンの制御機構について以下の問に答えなさい。

- ① 制御には 2 つの転写因子が関与している。その名称を答えなさい。
- ② ラクトースとグルコースの有無を上記の転写因子は直接感知せずに、別の物質を用いて間接的に感知している。その物質名をそれぞれ答えなさい。
- ③ lac オペロンの制御機構について、ラクトース、グルコースのそれぞれが有無の時に分けて 350 字程度で説明してください。

問5. 以下の図はクエン酸回路である。以下の設問に答えなさい。

① [1] から [8] までの化合物名を答えなさい。



- ② オキサロ酢酸とクエン酸の化学構造を示しなさい。
- ③ NADH が生じる反応の場所を反応1 から反応9の中から全て選びなさい。
- ④ FADH_2 が生じる反応の場所を反応1 から反応9の中から全て選びなさい。
- ⑤ GTP が生じる反応の場所を反応1 から反応9の中から全て選びなさい。

生命科学（１）

PCR 実験に関する以下の問 1～7 について、解答しなさい。DNA の T_m ($^{\circ}\text{C}$) は、ここでは「 $\text{GC} \times 4 + \text{AT} \times 2$ 」として算出するものとする。

問1 Nさんは、^(あ)嗅上皮^(い)poly(A)+RNA 由来の^(う)cDNA を鋳型として、特定の mRNA の終止コドンを除く^(え)ORF 6,000 塩基に相当する DNA 断片を、PCR により増幅させようとした。アニーリング温度は、プライマーの^(お) T_m の 5°C 下に設定して実施した（プライマー2種の T_m は同じ）。その結果、あいにくその DNA 断片は期待どおり増幅されず、電気泳動上でバンドが特に確認されなかった。この実験がうまくゆかなかった原因として考えられる問題点を列挙しなさい。

問2 そこでNさんは、別のプライマーを用いて異なる DNA 断片（6,000 bp）の増幅を、同じ cDNA を鋳型として、同じ PCR 条件で試みたところ、その断片は期待どおり増幅された。その結果、問1で考えられた原因のうち何が問題ではなかったことが分かるか答えなさい。

問3 次にNさんは問1のPCRで用いたプライマー2種のうち、ORFの翻訳産物カルボキシル末端側に相当するものの塩基配列を検証した。その配列は、5'-GCAGCCAGGATCCTGGCTGC-3' という20塩基からなる配列であった。この配列に改良の余地があるとしたら、それはどういう問題であると考えられるか答えなさい。

問4 このORFが指令するタンパク質のカルボキシル末端部分6アミノ酸は今後の実験において必要とされないので、Nさんは、プライマーの位置を18塩基だけ上流にずらす変更を加えることにした。その結果、プライマーの塩基配列は、5'-GCTAATGCCTAAATAAGCGT-3' という20塩基になった。このプライマーと、問1のPCR実験に使われた^(あ)ORFの翻訳産物アミノ末端側に相当するプライマーを組み合わせ、2回目のPCRを行った。その際に、アニーリング温度を 53°C とした以外は、問1のPCR実験と同じ条件を用いた。その結果、1本だけ現れることを期待したバンドが数本重なって現れ、その中には期待した 5,982 bp も含まれているようであった。このPCRには、さらにどのような改良を施すべきか答えなさい。

問5 改良の結果、目的のDNA断片のみ増幅させることができ、これからそれを発現ベク

ターに挿入し、(か)CMV プロモーターにより、培養細胞(き)PC12で発現させたい。本当にそれが発現したか確かめるためには抗体が必要であるが、あいにく抗体のないタンパク質なので、カルボキシル末端に(く)HA タグを付加することにした。ここで用いる発現ベクターは HA タグ指令配列をもっていないので、それを PCR プライマー中に設計するのが楽だと N さんは気付いた。そこで、偶然出会った 8 階の A 先生にそのアイデアを披露したところ、「C 末側に付加したいのだからプライマーの 3'側に HA タグ指令配列を(け)in-frame でつなげて、さらに後ろの終止コドンや前の(こ)リンカーも忘れるな」などと言われたので、言う通りにしたら見事に失敗した。A 先生はいつもハエばかり眺めているらしく遺伝子に関する知識が足りないのでは？と腹立たしいが、N さん自身も何か間違ったかも知れず、もどかしい。失敗はどの段階で現れたのか、また N さんと A 先生のどちらが何を誤ったか答えなさい。

問 6 問 4 における二重下線部(A)のプライマーの塩基配列について、5'末端から 3 塩基目までがどのような塩基になるか解答しなさい（ただし、問 5 に示したような発現ベクターへ挿入するための修飾は付加しないこととする）。

問 7 上記のリード文中の下線部(あ)～(こ)までの 10 の言葉の意味を、それぞれ 50 字以内で説明しなさい。

生命科学（2）

- 問1. MAPK (Mitogen-Activated Protein Kinase) シグナル伝達経路の役割とその活性化機構について説明せよ。特に ERK (Extracellular Signal-Regulated Kinase) 経路を中心に、シグナル伝達の主要な分子と段階を含めて述べよ。
- 問2. GPCR (G タンパク質共役受容体) のシグナル伝達において、Gs、Gi、Gq の各 G タンパク質の活性化が細胞内シグナルにどのような影響を与えるか説明せよ。また、アドレナリン受容体を例にしてその生理的意義を述べよ。
- 問3. PI3K-Akt シグナル経路は細胞の増殖、生存、代謝調節に関与する重要な経路である。この経路における主要な分子とその相互作用について説明し、がんとの関連性について考察せよ。
- 問4. 転写因子 STAT (Signal Transducer and Activator of Transcription) を介した JAK-STAT シグナル伝達経路について説明せよ。特にサイトカインシグナルとの関係に着目し、自己免疫疾患における JAK 阻害剤の治療効果について述べよ。
- 問5. ユビキチン・プロテアソーム系におけるタンパク質の分解過程を説明せよ。また、オートファジーとの違いについても述べよ。
- 問6. オートファジー (Autophagy) は細胞の恒常性維持に重要な役割を果たす。mTOR を介したオートファジーの制御機構を説明し、栄養飢餓時の細胞応答との関連について述べよ。
- 問7. ER ストレス応答と関連するタンパク質分解機構 (ER 関連分解、ERAD) について説明せよ。また、神経変性疾患との関連性を考察せよ。
- 問8. アルツハイマー病 (Alzheimer's Disease) の病理学的特徴を説明し、アミロイドβ仮説とタウ仮説の違いについて述べよ。
- 問9. アルツハイマー病に対する現在の治療戦略を説明し、疾患修飾療法 (Disease-Modifying Therapy) の観点から最近の研究動向について考察せよ。

問10. パーキンソン病 (Parkinson's disease, PD) は、黒質緻密部のドーパミン神経細胞の変性・脱落を特徴とする神経変性疾患である。遺伝性パーキンソン病の原因遺伝子の一つである Parkin (PARK2) および PINK1 (PARK6) は、ミトコンドリアの品質管理に関与していることが知られている。

(1) PINK1 と Parkin がミトコンドリアの品質管理にどのように関与しているかを説明せよ。特に、ミトコンドリア損傷時における PINK1 の蓄積と Parkin の役割について詳述せよ。

(2) PINK1-Parkin 経路の異常がパーキンソン病の発症にどのように関与するかを述べよ。また、この経路を標的とした新規治療戦略について考察せよ。

学習院大学大学院

課 程	博士前期課程	研究科	自然科学 研究科	専 攻	生命科学専攻	受験 番号		氏 名	フリガナ	
									漢字	
試験科目	2025年度 一般入試(春季募集) 基礎生命科学			備考	解 答 用 紙			採点欄		

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no text or other markings on the paper.

Handwriting practice lines with numerical markers on the right side:

5

10

15

20

25

30

35

40

學習院大学大学院

課程	博士前期課程	研究科	自然科学 研究科	専攻	生命科学専攻	受験番号	氏名	フリガナ	
								漢字	
試験科目	2025年度 一般入試(春季募集) 生命科学(1)				備考	解 答 用 紙		採点欄	

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal grey ruling lines. On the right side, there are numerical labels indicating row numbers: 5, 10, 15, 20, 25, 30, and 35. The lines are evenly spaced, and the numbers are aligned with specific rows. The rest of the page is empty, providing space for writing or drawing.

	5
	10
	15
	20
	25
	30
	35
	40

(注意)・答案は必ず提出すること。・太線内は必ず記入すること。

學習院大學大学院

課 程	博士前期課程	研究科	自然科学 研究科	専 攻	生命科学専攻	受験 番号		氏 名	フリガナ	
									漢字	
試験科目	2025年度 一般入試(春季募集) 生命科学(2)			備考	解 答 用 紙			採点欄		

5

10

15

20

25

30

35

	5
	10
	15
	20
	25
	30
	35
	40