

# 大学院入学試験問題用紙

2026 年度一般入試

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
分子生物学	バイオサイエンス 専攻 博士前期 課程		

## 1. 次の文を読み、問に答えよ。

生命科学分野の研究において用いられる実験手法に、RNA 干渉、ゲノム編集、制限酵素がある。これらは生物が本来もつ仕組みを応用したものである。

RNA 干渉は大きく 1 と 2 による二つの仕組みからなる。3 は内在性由来で、ゲノムから転写された後、4 構造をもつ 2 本鎖の前駆体となり、細胞質で切りだされる。生成した 5 は 6 に取り込まれ、標的 mRNA の 7 や 8 抑制を引き起こす。

一方、9 はおもに外来性 RNA に由来し、10 などからの 11 機構として機能する。12 とほぼ同じ仕組みで 13 に取り込まれた後、外来性 RNA と 14 的に結合し、その 15 を誘導する。

ゲノム編集で広く応用されている CRISPR/Cas システムは、16 および 17 がもつ 18 性核酸に対する 19 免疫機構に由来する。20 性核酸の一部は、宿主ゲノム上の 21 座位に「スパーサー」として組み込まれる。この座位は転写されて crRNA に成熟する。crRNA をガイドとして 22 蛋白質が 23 的な配列をもつ標的核酸を認識し切断する。

制限酵素は、24 や 25 において (a) 26 性 DNA を分解することで 27 機構として働く。制限酵素は対応する 28 酵素と対をなして作用する。このような制限-修飾系は、種や株ごとに特徴的な認識配列をもつ場合が多い。

問 1. 空欄に入る適切な単語を下の選択肢から選び、下表に記入しなさい。同じ単語を繰り返し使用してよい。

[選択肢] ウイルス、siRNA、miRNA、外来、獲得、Cas、CRISPR、合成、古細菌、細菌、自然、相補、転写、内在、分解、ヘアピン、防御、補正、翻訳、メチル化、RISC、リン酸化、ループ

1. miRNA (siRNA)	2. siRNA (miRNA)	3. miRNA	4. ヘアピン	5. miRNA
6. RISC	7. 分解	8. 翻訳	9. siRNA	10. ウイルス
11. 防御	12. miRNA	13. RISC	14. 相補	15. 分解
16. 細菌 (古細菌)	17. 古細菌 (細菌)	18. 外来	19. 獲得	20. 外来
21. CRISPR	22. Cas	23. 相補	24. 細菌 (古細菌)	25. 古細菌 (細菌)
26. 外来	27. 防御	28. メチル化		

問 2. 下線部(a)の 26 性 DNA の主な由来は何か。 バクテリオファージ (ウイルス)

## 2. 次の文を読み、問いに答えよ。

真核生物における遺伝子発現は、転写因子による直接的な制御に加えて、エピジェネティック制御によっても調節されている。

エピジェネティック制御の代表例として、ヒストンアセチル化酵素によるヒストン N 末端テールのリジンの修飾や、ヒストンメチル化酵素によるテールのリジンとアルギニンの修飾があげられる。アセチル化は (a) リジン側鎖の電荷を (a)、その結果 DNA との相互作用が弱まり、クロマチン構造が (b) ことで転写 (c) に働く。一方で、メチル化は電荷を (d)、脱アセチル化酵素や DNA メチル化酵素などをリクルートし転写調節にかかわる。また、DNA メチル化酵素による DNA メチル化も重要なエピジェネティック制御であり、DNA への直接的な転写因子結合阻害やヒストン脱アセチル化酵素などの蛋白質をリクルートし、クロマチン構造が (e) ことで転写 (f) に働く。

(次ページに続く)

# 大学院入学試験問題用紙

2026 年度一般入試

科目名	受験専攻	受験番号	氏名
分子生物学	バイオサイエンス 専攻 博士前期 課程		

問 1. 空欄に適切な語句を選択肢から選び、下に記入しなさい。

[選択肢] 活性化、中和し、中和せず、閉じる、開く、抑制

- (a) 中和し (b) 開く (c) 活性化  
 (d) 中和せず (e) 閉じる (f) 抑制

問 2. 下線部(1)で、なぜ DNA との相互作用が弱まるのか、その仕組みを説明しなさい。

(解答例)リジンの側鎖は正電荷を帯びており、負電荷をもつ DNA と引き合っているが、アセチル化により電荷が中和されることで DNA との相互作用が弱まることになる。

問 3. ヒストンテールではセリンのリン酸化修飾も受ける。リン酸化によりクロマチン構造にどのような影響を与えると考えられるか。理由をつけて述べよ。

(解答例)セリンの側鎖は電荷を持たないが、リン酸基は負電荷をもつ。DNA も負電荷を持つことから反発し合う力が生じることで、クロマチン構造が開く方向に作用すると考えられる。

問 4. 次の現象のうち、エピジェネティック制御であるものをすべて選びなさい。 b, d, e

- DNA のシトシン塩基が変異によってチミン塩基に置換され、遺伝子機能が失われた。
- DNA メチル化状態が細胞分裂後も維持され、細胞型特異的な遺伝子発現が保たれた。
- mRNA のスプライシングパターンが変化し、異なるアイソフォームが産生された。
- ヒストン H3 の特定のリジン残基がメチル化され、転写が抑制された。
- ヒストン H3 テールのリジン残基のアセチル化が起こり、転写活性が上昇した。

### 3. 次の各設問に答えなさい。

蛋白質におけるアミノ酸変異が、ヒトの生理機能に大きく影響する例が知られている。

問 1. 鎌形赤血球貧血症では、ヘモグロビンの分子表面に位置する、β鎖の 6 番目のグルタミン酸がバリンに変異している。この変異により、ヘモグロビン分子にどのような影響が出ると考えられるか、根拠を含め説明しなさい。

(解答例)グルタミン酸は親水性、バリンは疎水性である。水分子と接する蛋白質表面にバリンが存在することは蛋白質構造を不安定にする可能性がある。そのためバリンは水分子から逃れるために、ヘモグロビンが凝集すると考えられる。

問 2. お酒に弱い人は、アルデヒドデヒドロゲナーゼにおいて、ホモ 2 量体界面に位置する (a) が (b) に変異し、サブユニット間の結合が弱くなっている。

問 2-1. (a, b)の組み合わせで最も適切なものを下から 1つ選びなさい。 グルタミン酸、リジン

(バリン、ロイシン) (グルタミン酸、リジン) (セリン、スレオニン) (アルギニン、リジン)

問 2-2. その組み合わせで、なぜサブユニット間の結合に影響が出ると考えられるか、説明しなさい。

(解答例)ホモ 2 量体の界面に位置することから、グルタミン酸が向かい合うサブユニットの塩基性アミノ酸と相互作用している可能性が考えられる。塩基性のリジンが変わることで、塩基性同士の反発により 2 量体構造が不安定になると考えられる。

# 大学院入学試験問題用紙

2026 年度 2 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
分子生物学	バイオサイエンス 専攻 博士前期 課程		

## 1. 次の文章を読み、問いに答えよ。

地球上の生命の歴史は効率の良いエネルギー生産システムの獲得と密接に関連している。①大気中に酸素が出現したのは最初の生命が地球上に出現してから 10 億年後であるため、最初期の生命は酸素以外の物質を利用してエネルギー生産を行っていたと考えられる。現生物の効率の良い ATP 合成が進行するミトコンドリアと葉緑体は共通する特徴的な構造を有している。外膜と②発達した内膜系を有し、③内膜の内側区画には④独自のゲノム DNA と RNA やタンパク質合成装置を有し、ミトコンドリアでは (A) 回路、葉緑体では (B) 回路が存在している。サイトゾルにおいて解糖で生じた (C) はミトコンドリアの内膜の内側区画に運ばれたのちに脱炭酸されてアセチル CoA が生じる。アセチル CoA のアセチル基が (A) 回路において完全酸化される際に生じた高エネルギー電子が⑤NADH あるいは FADH<sub>2</sub> として蓄えられる。高エネルギー電子は内膜に埋め込まれた電子伝達系を流れ、最終的に (D) に受け渡されて、(E) が生じる。この過程で膜を隔てたプロトンの (F) が形成され、これが ATP 合成のエネルギーとして利用される。ミトコンドリアで起こる ATP 合成を (G) リン酸化と呼ぶ。葉緑体では (H) エネルギーを吸収し励起した (I) の電子が電子伝達系に供給される。(I) が失った電子は (E) の酸化により取り出された電子によって補充される。電子は最終的に (J) を還元するのに用いられる。葉緑体で起こる ATP 合成を (H) リン酸化と呼ぶ。得られた ATP と還元力は (B) 回路の進行に用いられ、中間産物である 3 炭糖がサイトゾルに搬出され、細胞にエネルギーと還元力を供給する。

1) (A) ~ (H) に入る語句をそれぞれ記せ。

A: クエン酸	B: カルビン	C: ピルビン酸	D: 酸素	E: 水
F: 電気化学ポテンシャル勾配	G: 酸化的	H: 光	I: クロロフィル	J: NADP <sup>+</sup>

2) 下線部①の記述について、最初の生命以降に出現した以下の生物について、出現が古いと思われるものから順にアルファベットを用いて並べよ。

a. 好気呼吸を行う原核生物、b. 嫌気呼吸・発酵を行う原核生物、c. 水を電子供給源として光合成を行う原核生物、d. 水以外を電子供給源として光合成を行う原核生物、e. 光合成を行う真核生物、f. 好気呼吸を行う真核生物

最初の生命 → (b) → (d) → (c) → (a) → (f) → (e)

3) 下線部②および③の構造について、ミトコンドリアと葉緑体における名称をそれぞれ答えよ。

発達した内膜系の名称 ミトコンドリア：(クリステ) 葉緑体：(チラコイド)

内膜の内側区画の名称 ミトコンドリア：(マトリクス) 葉緑体：(ストロマ)

4) 下線部④のうち、葉緑体のゲノム DNA は起源となったシアノバクテリアのゲノム DNA と比較して、多くの遺伝子が欠落しているにも関わらず、葉緑体はその機能や分裂増殖能力を維持できるのはなぜか説明しなさい。

シアノバクテリアが有していた遺伝子のほとんどは、自身の細胞内での機能に不可欠な遺伝子群を除いて宿主細胞の核ゲノムへと移行したが、これらの遺伝子産物は核遺伝子の発現を通じて葉緑体に供給されているため。

5) 下線部⑤について、NADH の酸化還元反応式を記せ。



6) (B) 回路において、CO<sub>2</sub> を最初に有機物に固定する反応を触媒する酵素の名称を答えよ。

酵素名： リブローズ 1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ もしくは Rubisco

7) ミトコンドリアと葉緑体における電子伝達系において、獲得したエネルギーが適切に消費されない場合に生じる余剰の電子が生物に有害な影響を与え仕組みについて説明しなさい。

電子が不完全な状態で酸素に渡されると、活性酸素種 (ROS) が生成され、DNA、タンパク質、脂質などを酸化 (損傷) させ、酸化ストレスを引き起こす。

2. 次の文章を読み、問いに答えよ。

遺伝子は生物の設計図であるが、生命は全く新しい長い遺伝子配列を作り出す機構を有していない。そのため、生物の進化は祖先から受け継いだ DNA 配列の変化に基づいている。これまでに、以下に挙げる数種類の遺伝的变化が進化に重要であることが明らかになっている。①遺伝子内の変異 (塩基置換、欠失、挿入)、②遺伝子の調節 DNA における変異、③遺伝子あるいはゲノム全体の重複、④トランスポゾンの転移、⑤遺伝子の水平伝搬は細菌でよく見られる新たな遺伝子獲得方法である。

1) 下線部①について、以下の I~III に挙げる 2 種類の遺伝子内変異を比較した時に、遺伝子機能により重篤な影響 (機能の変化) を与えるタイプの変異をそれぞれ選び、( ) に○を記入せよ。

I: (○) エキソン内オープンリーディングフレーム (ORF) の変異 ( ) イントロン内の変異

II: (○) アミノ酸を指定するコドンの第 1 塩基置換 ( ) アミノ酸を指定するコドンの第 3 塩基置換

III: (○) ORF における 1 塩基欠失 ( ) ORF における 6 塩基挿入

2) 下線部②について、調節 DNA における変異は遺伝子にどのような変化をもたらしうるか、説明しなさい。

調節 DNA は主に遺伝子の発現を調節しているため、これらにおける変異は遺伝子発現の変化をもたらす可能性がある。

3) 下線部③について、遺伝子重複が新しい遺伝子を生み出す重要な機構である理由を説明しなさい。

遺伝子重複により、重複した遺伝子の一方は元の機能を維持しつつ、もう片方は変異 (突然変異) を蓄積し、多くは機能しない偽遺伝子となるが、まれに異なる発現時期や場所で働く、あるいは新しいタンパク質を作り出すことがある。この変化が生存に有利な場合、新しい遺伝子として定着する。

4) 下線部④について、レトロトランスポゾンとレトロウイルスの違いについて説明しなさい。

レトロトランスポゾンとレトロウイルスは、RNA を逆転写した DNA をゲノムに挿入する共通の仕組みを持つが、レトロウイルスは感染能力を持ち、ウイルス粒子として細胞外に放出されるのに対し、レトロトランスポゾンは感染能力を持たず、宿主ゲノム内で増殖する「動く遺伝子」である点が異なっている。(レトロトランスポゾンが進化して感染能力を獲得したものがレトロウイルスと考えられている)

5) 下線部⑤の「遺伝子の水平伝搬」について、具体的な仕組みを例に用いて説明しなさい。

異なる個体間で遺伝子が直接受け渡される現象。接合 (conjugation) は細菌における主要な遺伝子の水平伝搬メカニズムであり、性線毛と呼ばれる構造を通じて、細菌が他の細菌に直接 DNA (プラスミドなど) を送り込む。この接合による遺伝子の水平伝播は、抗生物質耐性遺伝子などの獲得を通じて薬剤耐性菌の出現にも関与している。

3. 次の文章の空欄に入る生物種の名前 (学名もしくは和名) あるいは細胞系の名称を答えよ。

分子生物学の研究エリアでは、特定の生物種 (細胞系を含む) をモデル系として設定し、集中的に研究を行うことで、生命の基本的な仕組みを明らかにしてきた。例えば、セントラルドグマの理解と遺伝暗号の解読には (①) が果たした役割が大きい。細胞周期制御機構やオートファジーの理解は酵母を用いた研究で大きく進展している。光合成メカニズムや葉緑体の起源の理解には (②) が大きく貢献している。全細胞の運命が決定されており、体が透明性を有しており、生きのまま細胞や分子の動きを観察可能な (③) は細胞の発生・分化の制御機構の解明に貢献している。ヒトと高い類似性を持つ哺乳動物であり、短い世代交代期間、高い繁殖能力、遺伝子操作の容易さから、(④) はヒトの疾患モデルとして活用されており、ヒトでは研究困難な脳機能や胚発生プロセスの理解に大きく貢献している。また、生物個体ではないが、マウス等の発生初期段階である胚盤胞から取り出して作成される (⑤) は多分化能を有しており、特定遺伝子のノックアウト個体の作出を可能にした。一方、皮膚や血液などの分化した体細胞を初期化して得られる多分化能を有した細胞は (⑥) と呼ばれる。

① 大腸菌	② シアノバクテリア	③ 線虫
④ マウス	⑤ ES 細胞	⑥ iPS 細胞