

# 大学院入学試験問題用紙

2025 年度 1 期

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

【1】以下の文の正誤について、解答用紙の「正」か「誤」に丸をつけ、「誤」の場合は解答用紙の文中で誤りの部分に下線を引き、正しい語句を（ ）内に記しなさい。

- ①真核生物のゲノム複製を細胞分裂あたり 1 回に規定する因子は、複製起点認識複合体 (ORC) である。
- ②原核生物では、翻訳開始のコドンとなる AUG を他の AUG と区別しているのはコザック配列である。
- ③酵母の遺伝子変異をヒトの遺伝子で相補出来ることがある。
- ④生体内で DNA 複製の忠実度が高い要因の 1 つは、DNA ポリメラーゼ自身の持つ修復機能である。
- ⑤DNA 複製において、リーディング鎖のプライマーは逆行する複製フォークのラギング鎖合成 DNA ポリメラーゼによって除去される。
- ⑥大腸菌の複製起点は酵母内で機能しない。
- ⑦真核生物において、1 つの mRNA 前駆体にコードされるタンパク質は 1 種類である。
- ⑧異なる制限酵素で切断した DNA 末端でも連結できる場合がある。
- ⑨RNA ポリメラーゼは、必ずプライマーの 3' 末端から新生鎖を合成する。

【2】ある細胞にリガンド Z を投与すると遺伝子 A の転写が誘導される。その誘導に関わる制御タンパク質 X, Y について (A) ~ (D) のことが分かっている。

- (A) X をコードする遺伝子を欠損させると、遺伝子 A の転写は Z の有無にかかわらず誘導されない。
- (B) Y をコードする遺伝子を欠損させると、遺伝子 A の転写は Z の有無にかかわらず誘導される。
- (C) X はリガンド Z の結合により活性化され、Y をリン酸化する。
- (D) Y は遺伝子 A のプロモーター領域に結合するドメインを有する。

X, Y に以下のような変異を導入した場合について、それぞれ遺伝子 A の転写パターンはどのようになると予想されるか、選択肢より適切なものを選び。ただし、この細胞のゲノムは 1 倍体であるとする。

- (a) ゲノム上の X をコードする遺伝子のリガンド結合部位を欠失させる変異を導入した場合
- (b) ゲノム上の Y をコードする遺伝子の DNA 結合ドメインを欠失させる変異を導入した場合
- (c) X によるリン酸化部位をアラニンに置換した Y の変異体を過剰発現させた場合

選択肢:

- ① Z の有無にかかわらず転写される
- ② Z の有無にかかわらず転写されない
- ③ Z が有ると転写されず、Z が無いと転写される
- ④ 本来の表現型と変わらない (Z が有ると転写され、Z が無いと転写されない)

(裏面にも問題があります)

【3】以下の文中の（ ）内に正しい語句を入れよ。ただし、同じ番号には同じ語句が入り、語句は重複しないものとする。また、下線部 (1) ～ (5) について以下の設問に答えなさい。

生体膜 (1) は細胞機能において非常に重要な役割を担っている。第一に、細胞内外で様々な境界を作り、その膜および膜内の区画に特定のタンパク質が ( ① ) することにより、様々な生命反応の場を形成している。タンパク質の ( ① ) 性は、特定の膜区画への選別輸送によって規定される。原核細胞における細胞膜外への酵素タンパク質の ( ② ) や、真核細胞における細胞質から ( ③ ) 内腔へのタンパク質の輸送などにおいては、タンパク質の ( ④ ) 過程と共役して膜透過が起こる。まず ( ⑤ ) 末端領域にある ( ⑥ ) 配列と呼ばれる ( ⑦ ) 性アミノ酸に富んだ領域が膜内に挿入され、続いて残りの領域が ( ④ ) されながら膜を透過する。真核細胞ではさらに ( ⑧ ) という構造体による膜区画間での輸送も多い。第二に、膜の ( ⑨ ) 性により 自由に透過できない物質 (2) の輸送も膜の重要な機能であり、これは膜輸送系と呼ばれる膜タンパク質に依存している。膜輸送系には、ゲートの開閉により特定の ( ⑩ ) を通す ( ⑪ ) や、膜内外の特定の物質に結合し、回転ドアのように輸送する ( ⑫ ) がある。( ⑪ ) は輸送物質の濃度勾配に依存する ( ⑬ ) 輸送であるのに対し、( ⑫ ) はそれに逆らった ( ⑭ ) 輸送が可能なのが特徴である。後者の例として、( ⑮ ) の分解エネルギーを利用して ( ⑯ ) イオンを細胞外に ( ⑰ ) イオンを細胞内に輸送する ( ⑯ ) - ( ⑰ ) ポンプがある。またミトコンドリア内膜の 電子伝達系 (3) においては、高エネルギー電子によって活性化される ( ⑱ ) ポンプが膜内外に ( ⑱ ) 濃度勾配を作り、それを利用して ( ⑲ ) 合成酵素が ( ⑲ ) を合成する。これは ( ⑲ ) 共役と呼ばれ、エネルギー代謝の中核をなす分子機構である。第三の役割として、細胞膜は細胞に作用して特定の応答反応を引き起こす様々な細胞外リガンドの情報を細胞内に伝えている。細胞膜を通過出来ない ( ⑳ ) 性リガンド (4) の情報は、細胞膜に存在する ( ㉑ ) を介して、細胞質内でいわゆる ( ㉒ ) と呼ばれる種々のシグナル分子やシグナル伝達タンパク質の化学修飾という情報に変換される。例えば ( ㉓ ) 連結型 ( ㉑ ) にリガンドが結合すると、その細胞質ドメインに ( ㉓ ) が結合して活性型の ( ㉔ ) 結合型に変換される。活性型 ( ㉓ ) は膜結合型酵素を活性化することにより、( ㉕ ) の合成や ( ㉑ ) からの ( ㉖ ) イオンの放出を促進する。これらは ( ㉒ ) としてそれぞれ異なるタンパク質 ( ㉗ ) を活性化し、種々の細胞応答反応を引き起こす。また ( ㉘ ) 連結型 ( ㉑ ) の多くはリガンドとの結合により ( ㉙ ) 体を形成し、それによって細胞質内の ( ㉚ ) ( ㉗ ) ドメインが活性化され、自身の ( ㉚ ) 残基を ( ㉛ ) 化する。これが様々なアダプター因子の結合部位となり、それらが ( ㉔ ) 結合タンパク質である ( ㉜ ) などのシグナル伝達仲介因子 (5) を活性化し、さらに下流の一群のタンパク質 ( ㉗ ) を連鎖的に活性化することによってシグナルが伝達されていく。

(1) 生体膜を構成する脂質を以下より 2つ 選びなさい。

- ① トリアシルグリセロール ② スフィンゴミエリン ③ アセチルコリン ④ ホスファチジルイノシトール  
⑤ エストラジオール

(2) 逆に膜を自由に通過できる物質の特徴を 2つ 挙げ、各々漢字4文字以内で記入しなさい。

(3) ① このような電子伝達系は、真核生物においてミトコンドリア以外にどこに存在するか？

② その場合、電子を励起するエネルギー源は何か？

(4) このようなリガンドの例を、以下より 2つ 選びなさい。

- ① アドレナリン ② 甲状腺ホルモン ③ インスリン ④ 一酸化窒素 ⑤ テストステロン

(5) ( ㉜ ) の特定の変異は細胞のがん化を促進する。そのメカニズムとして考えられることを 3～4 行程度で簡潔に説明しなさい。

# 大学院入学試験問題解答用紙

2025 年度 1 期

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

## 【1】

- ①真核生物のゲノム複製を細胞分裂あたり 1 回に規定している因子は、複製起点認識複合体 (ORC) である。  
正 誤 ( )
- ②原核生物では、翻訳開始のコドンとなる AUG を他の AUG と区別しているのはコザック配列である。  
正 誤 ( )
- ③酵母の遺伝子変異をヒトの遺伝子で相補出来ることがある。  
正 誤 ( )
- ④生体内で DNA 複製の忠実度が高い要因の 1 つは、DNA ポリメラーゼ自身の持つ修復機能である。  
正 誤 ( )
- ⑤DNA 複製において、リーディング鎖のプライマーは逆行する複製フォークのラギング鎖合成 DNA ポリメラーゼによって除去される。  
正 誤 ( )
- ⑥大腸菌の複製起点は酵母内で機能しない。  
正 誤 ( )
- ⑦真核生物において、1 つの mRNA 前駆体にコードされるタンパク質は 1 種類である。  
正 誤 ( )
- ⑧異なる制限酵素で切断した DNA 末端でも連結できる場合がある。  
正 誤 ( )
- ⑨RNA ポリメラーゼは、必ずプライマーの 3' 末端から新生鎖を合成する。  
正 誤 ( )

## 【2】

(a) \_\_\_\_\_ (b) \_\_\_\_\_ (c) \_\_\_\_\_

## 【3】

①	②	③	④	⑤
⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
⑯	⑰	⑱	⑲	⑳
㉑	㉒	㉓	㉔	㉕
㉖	㉗	㉘	㉙	㉚
㉛	㉜			

(1) \_\_\_\_\_

(2) \_\_\_\_\_

(3) ① \_\_\_\_\_

② \_\_\_\_\_

(4) \_\_\_\_\_

(5)



# 大学院入学試験問題用紙

2025 年度 2 期

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

【1】以下の文の正誤について、解答用紙の「正」か「誤」に丸をつけ、「誤」の場合は解答用紙の文中で誤りの部分に下線を引き、正しい語句を( )内に記しなさい。

- ① 真核生物では遺伝子の転写は核内、翻訳は小胞体内腔で行われる。
- ② プロモーターは転写の方向と開始点を規定する DNA 領域である。
- ③ 遺伝子の ORF 内の変異でアミノ酸配列を変化させないものをナンセンス変異という。
- ④ DNA ポリメラーゼは DNA 合成の際にプライマーを必要とする。
- ⑤ 二本鎖 DNA は高温や酸性にすると、水素結合が切れて一本鎖に分かれる。
- ⑥ ヒトのゲノムサイズは大腸菌の約 500 倍であるが、遺伝子の数は約5倍である。
- ⑦ リボザイムは RNA とタンパク質で構成される酵素である。
- ⑧ 終始コドンに対合する tRNA は存在しない。
- ⑨ 複製フォークの進行方向と逆行するリーディング鎖では岡崎フラグメントが形成される。
- ⑩ バクテリアの菌体外分泌タンパク質や、真核生物の小胞体膜透過タンパク質は、いずれも N 末端に親水性アミノ酸に富むシグナル配列を有する。

【2】 $[\alpha\text{-}^{32}\text{P}]\text{ATP}$ ,  $[\gamma\text{-}^{32}\text{P}]\text{ATP}$  は、それぞれ  $\alpha$  位,  $\gamma$  位のリン酸が $^{32}\text{P}$  で置換された放射性リボヌクレオチドである。これらを以下の酵素反応の基質として用いた場合、それぞれについて反応生成物に  $^{32}\text{P}$  が取り込まれるものは○、取り込まれない物は×を回答欄に記入しなさい。

- (A) Taq DNA ポリメラーゼによる PCR 反応
- (B) カゼインキナーゼによるカゼインのリン酸化反応
- (C) T7 RNA ポリメラーゼによる *in vitro* 転写反応

【3】あるシグナル S によって転写が誘導される遺伝子 X があり、その制御に3つの遺伝子 A, B, C が関与している。以下の遺伝学的データをもとに、(1)~(4)に答えなさい。

- ① A または B の欠失変異により X の転写誘導は消失し、C の欠失変異により X の転写は構成的 (S 非依存的) になる。
- ② A, C の2重欠失変異により X の転写誘導は消失し、B, C の2重欠失変異では X の転写は構成的になる。
- ③ B のある点突然変異により X の発現誘導は消失するが、それは C の特異的な点突然変異により抑圧され、正常な発現誘導が回復する。

(1) ①より、C 遺伝子産物は X の転写をどのように制御する因子と考えられるか？

(2) ①および②より、A 遺伝子産物は X の転写をどのように制御する因子と考えられるか？

(3) ②および③より、B 遺伝子産物は C 遺伝子産物に対してどのように機能すると考えられるか？

(4) 以上より推察される、A, B, C 遺伝子産物 (A, B, C とする) による遺伝子 X のシグナル S 応答性転写誘導の経路図を、例にならって描きなさい。ただし、 $\rightarrow$  は促進(活性化)、 $-|$  は抑制を表す。

例)  $S -| \bigcirc \rightarrow \triangle -| \square \rightarrow X$  転写 ( $\rightarrow$ ,  $-|$  の順序は回答と無関係)

**【4】** 以下の文中の( )内に正しい語句を入れよ。ただし、同じ番号には同じ語句が入り、語句は重複しないものとする。

真核生物の細胞周期進行の中心制御因子は( ① )と( ② )の複合体である。異なる時期に異なる( ① )が発現し、それぞれ特異的な( ② )に結合して活性化することにより、時期特異的な標的タンパク質の( ③ )化が起こり、細胞周期が進行する。( ② )活性は( ① )の発現量のほかに、( ④ )という因子が可逆的に結合することによっても制御されている。ギャップ期の1つである( ⑤ )期には、細胞増殖の決定づけを行う( ⑥ )と呼ばれる時期があり、この時点を通過しない限り DNA 複製は開始されない。細胞外からの増殖シグナルによって( ② )活性が上昇すると、複製開始複合体が活性化され、DNA 複製が開始される。DNA 複製開始領域の決定、いわゆる( ⑦ )の( ⑧ )化は、( ⑤ )初期での( ② )活性が( ⑨ )い状態では( ⑩ )されるが、DNA 複製開始後の( ⑪ )期以降での( ② )活性が( ⑫ )い状態では( ⑬ )され、一度複製された( ⑦ )からの( ⑭ )を防いでいる。( ⑮ )期後期では( ① )の分解が起こる結果、( ② )活性は( ⑨ )い状態となり、( ⑤ )期に戻る。

**【5】** c-Myc は哺乳動物の細胞増殖を促進する遺伝子群の転写アクチベータであり、その発現量は組織ごとに厳密な制御を受けている。ある疾患では非相同染色体間での異常な組換えの結果、リンパ球特異的に働くエンハンサー領域の近傍に c-Myc をコードする遺伝子が転座している。この疾患はどのような症状を呈すると考えられるか。理由とともに簡潔に記せ。

(問題は以上)

# 大学院入学試験問題解答用紙

2025 年度 2 期

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

**【1】**

- ① 真核生物では遺伝子の転写は核内、翻訳は小胞体内腔で行われる。           正 誤(           )
- ② プロモーターは転写の方向と開始点を規定する DNA 領域である。           正 誤(           )
- ③ 遺伝子の ORF 内の変異でアミノ酸配列を変化させないものをナンセンス変異という。           正 誤(           )
- ④ DNA ポリメラーゼは DNA 合成の際にプライマーを必要とする。           正 誤(           )
- ⑤ 二本鎖 DNA は高温や酸性にすると、水素結合が切れて一本鎖に分かれる。           正 誤(           )
- ⑥ ヒトのゲノムサイズは大腸菌の約 500 倍であるが、遺伝子の数は約5倍である。           正 誤(           )
- ⑦ リボザイムは RNA とタンパク質で構成される酵素である。           正 誤(           )
- ⑧ 終始コドンに対合する tRNA は存在しない。           正 誤(           )
- ⑨ 複製フォークの進行方向と逆行するリーディング鎖では岡崎フラグメントが形成される。           正 誤(           )
- ⑩ バクテリアの菌体外分泌タンパク質や、真核生物の小胞体膜透過タンパク質は、いずれも N 末端に親水性アミノ酸に富むシグナル配列を有する。           正 誤(           )

**【2】**

	[ $\alpha$ - <sup>32</sup> P ] ATP	[ $\gamma$ - <sup>32</sup> P ] ATP
(A) Taq DNA ポリメラーゼによる PCR 反応		
(B) カゼインキナーゼによるカゼインのリン酸化反応		
(C) T7 RNA ポリメラーゼによる <i>in vitro</i> 転写反応		

**【3】**

- (1)
- (2)
- (3)
- (4)

**【4】**

①	②	③	④	⑤
⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
⑪	⑫	⑬	⑭	⑮

**【5】**

# 大学院入学試験問題用紙

2025 年度 2 期

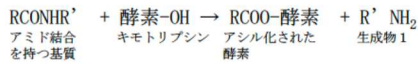
科目名	受験専攻	受験番号	氏名
分子生物学 (二)	バイオサイエンス 専攻 博士前期 課程		

1. タンパク質についての以下の文章を読み、設問に答えよ。

酵素は一部の例外を除いて、生体内外で ( ① ) として特定の化学反応を引き起こすが、反応の過程でそれ自体は変化しないタンパク質である。通常化学反応はエネルギー障壁を越えなければ進行しない。この時、反応物は高エネルギー状態へと活性化される必要があるが、( ① ) がない場合に比べ活性化エネルギーを低下させ、著しく反応速度を上げることができる。酵素タンパク質は特定の基質と結合した後、反応が進行するが、多くの場合酵素活性には ( ② ) を必要としている。( ② ) は  $Mg^{2+}$  や  $Zn^{2+}$  のような反応に関与する金属イオンの場合もあれば、補欠分子族のような酵素と結合する有機化合物のこともある。この時 ( ② ) の結合していないタンパク質の部分を ( ③ ) と呼び、( ② ) と結合した完全な酵素を ( ④ ) と呼んでいる。

酵素の働きを理解するには酵素の活性部位に存在するアミノ酸残基の働きを知ることが必要である。消化酵素の一つである **a** キモトリプシンを例にとると、活性部位にアスパラギン酸、ヒスチジン、セリンの3アミノ酸が存在している。キモトリプシンは活性部位に ( ⑤ ) 残基が存在するため ( ⑤ ) プロテアーゼに分類されている。図1のように反応の第一段階では ( ⑤ ) のヒドロキシ基が基質であるアミド結合のカルボニル基に求核攻撃し、酵素がアシル化される。第二段階ではアシル化された酵素が加水分解され、元の酵素の状態に戻る。通常 ( ⑤ ) のヒドロキシ基は反応性を持たないが、図2のように活性部位の ( ⑥ ) 残基のイミダゾール側鎖部分がヒドロキシ基の水素原子を引き寄せることで反応性を高めている。さらに ( ⑦ ) 残基の側鎖部分のカルボキシ基の  $pK_a$  はおよそ4であり、生理的な  $pH$  では通常カルボキシアニオンで存在している。このカルボキシアニオンが ( ⑥ ) のイミダゾール側鎖の水素を引き寄せることでイミダゾール側鎖の向きを固定し、( ⑤ ) のヒドロキシ基から水素原子を引き寄せるのに最適な位置関係にしている。

第一段階



第二段階

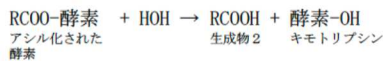


図1 酵素のキモトリプシンによる基質の分解

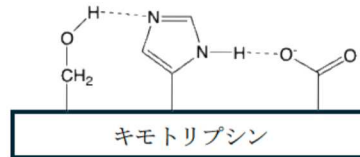


図2 活性部位の3アミノ酸の様子

問1 文章中の①、②に入る適切な語句を記述せよ。

① ( )      ② ( )

問2 文章中の③～⑦に入る適切な語句を以下の選択肢から選び記述せよ。

選択肢 (アスパラギン酸、アポ酵素、ヒスチジン、還元酵素、セリン、ホロ酵素、酸化酵素)

③ ( )      ④ ( )      ⑤ ( )      ⑥ ( )      ⑦ ( )

問3 活性部位のアスパラギン酸をアスパラギンに置換すると触媒活性はどのように考えられるか？またそれはなぜか？

触媒活性はどうか ( )

その理由 ( )

問4 下線部 **a** キモトリプシンはタンパク質を分解するプロテアーゼである。同様の反応機構のプロテアーゼとしてトリプシンやエラスターゼがあるが、それぞれ基質特異性が異なっている。キモトリプシンはトリプトファン、チロシン、フェニルアラニン、ロイシンなど、トリプシンはリシンやアルギニンのような塩基性アミノ酸を、エラスターゼはグリシンやアラニンなどのアミノ酸残基を認識し、そのC末端側を切断する。図3のA、B、Cは3種のプロテアーゼの基質結合部位の模式図である。それぞれどのプロテアーゼのものか理由とともに答えよ。

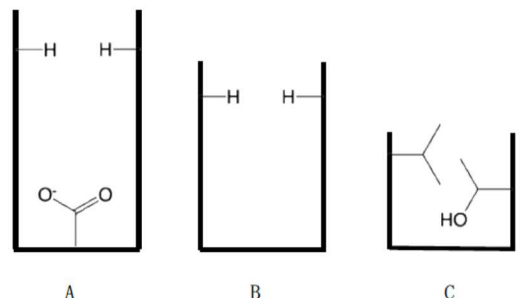


図3 3種のプロテアーゼの基質結合部位の模式図

- (A) プロテアーゼ ( ) その理由 ( )
- (B) プロテアーゼ ( ) その理由 ( )
- (C) プロテアーゼ ( ) その理由 ( )

2. 以下のタンパク質を分離する手法の原理について簡単に説明しなさい。

問1 アフィニティクロマトグラフィー

問2 イオン交換クロマトグラフィー

問3 SDS-PAGE

3. 以下の語句について 50-100 字程度で説明しなさい。

問1 miRNA

問2 緑色蛍光タンパク質

問3 逆遺伝学

問4 クロマチン免疫沈降