

2023 年度 静岡大学大学院総合科学技術研究科

修士課程 一般入試

理学専攻 生物科学コース

入学試験問題（専門）

2022 年 8 月 25 日（木）

解答時間：9 時 30 分～12 時 30 分

<注意事項>

1. 試験開始前に問題冊子，答案用紙とも開いてはいけません。
2. 問題 I は必修問題である。必ず解答すること。また，選択問題 II～IV のうち 2 題を選んで解答すること。
3. 配布した答案用紙 3 枚すべてに受験番号を記入すること。
4. 答案用紙は問題ごとに別にし，所定欄に問題番号を記入すること。
5. 答案用紙は裏面を使用してもよい。

問題 I. セントラルドグマに関する次の文章を読んで、以下の問 1～9 に答えなさい。(配点 36%)

セントラルドグマとは、1958年にフランシス・クリックによって提唱された分子生物学の中心概念である。セントラルドグマでは、遺伝情報は「DNA→RNA→タンパク質」の順に伝達されるとされている。しかしながら、一般的にはセントラルドグマの例外とも言われている「RNA→DNA」の流れも、クリックの未発表ノート(図1)では点線で示されており、その存在を予見していたと考えられる。

また、セントラルドグマの情報の流れと矛盾するものではないが、真核生物では(B)によって合成されたRNAから、そのまま(C)によってタンパク質が合成されるわけではない。mRNA前駆体は、5'末端の①の形成、3'末端への②の付加、およびイントロンを除去し、エキソンをつなぎあわせるスプライシング^(a)のプロセッシングを受けて、成熟 mRNA となる。

セントラルドグマは本来、DNAからタンパク質までの遺伝情報の流れを示すものであるが、1998年に2本鎖のRNAが遺伝子発現を抑制する③という現象が発見された。これを契機として、タンパク質を作るための鋳型ではない機能をもつRNAの存在が注目されるようになった。このようなRNAは総称して④と呼ばれ、よく知られたものにトランスファーRNA(tRNA)とリボソームRNA(rRNA)^(b)がある。これら以外にも、基本的な代謝から個体発生や細胞分化まで様々な生命現象に関与する④が多数発見されている。

図1 

図1. クリックが最初に書いたセントラルドグマの概要(1956年の未発表ノートより)
Cobb M (2017) 60 years ago, Francis Crick changed the logic of biology. PLoS Biol 15(9): e2003243.

問1. 図1の(A)～(E)の過程の名称を答えなさい。

問2. 本文中の①～④に適切な語を答えなさい。

問3. 図1の(A)の過程は非常に高い精度で行われるが、それはこの過程に働く酵素の特徴的な活性によるものである。この酵素の名称と高い精度を保證する活性の名称を答えなさい。

問4. 新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)の増殖は図1の(D)によって起こる。この過程を触媒する酵素の名称を答えなさい。また、この酵素は新型コロナウイルス感染症治療薬の標的タンパク質として利用されているが、この酵素を標的とすることにどのようなメリットがあると考えられるか、答えなさい。

問5. 図1の(E)の過程を触媒する酵素の名称を答えなさい。また、この酵素は分子生物学の実験に欠かせないツールとなっている。どのような実験に用いられるか、20字以上で説明しなさい。

問6. 下線部 (a) について, mRNA 前駆体のイントロン領域の 5' 末端と 3' 末端にはそれぞれ 2 塩基のコンセンサス配列が存在する。以下の中から正しい組み合わせを選び, 記号を答えなさい。

- A. 5'-TG GA-3'
- B. 5'-GT AG-3'
- C. 5'-AG GT-3'
- D. 5'-GA TG-3'
- E. 5'-UG GA-3'
- F. 5'-GU AG-3'
- G. 5'-AG GU-3'
- H. 5'-GA UG-3'

問7. 下線部 (a) において, 組み合わせるエクソンが変化して複数種の成熟 mRNA が生成し, 1 つの遺伝子から複数種のタンパク質が合成される選択的スプライシングという現象が知られている。ある遺伝子から発現した mRNA において組織特異的に選択的スプライシングが起こっている場合に, どのような実験で示すことができるか, 説明しなさい。

問8. ③は遺伝子の機能解析を行うために, 実験的によく利用されている。どのようにして遺伝子の機能解析を行うのか, 説明しなさい。また, CRISPR/Cas9 などを用いたゲノム編集によっても遺伝子の機能解析を行うことができるが, ③とゲノム編集の違いについて説明しなさい。

問9. 下線部 (b) 以外の④を 1 つ答えなさい。

問題Ⅱ. 著作権の関係で公開対象外とします。

問題Ⅲ. 動物のシグナル伝達に関する下記の文章を読み、問1～6に答えなさい。(配点 32%)

生体の制御は、神経系、内分泌系、①の3つの系によって成り立っている。これらのシグナル伝達経路が情報を伝える時にそれぞれの伝達経路と影響しあうことによって、生体が正しく機能する。神経系は、環境変化に対してすばやく応答する^(a)。光、音、においなどの情報は、神経系を介して脳に送られる。これらの環境からの情報は脳内で統合された後に、再び神経系を介して、筋肉などに伝えられる。このプロセスによって、逃避などの生きていく上で重要な行動が制御される。一方、内分泌系は、長時間にわたる個体内の応答を制御する。脳で受け取った情報は、ホルモン産生細胞を刺激して、内分泌系の応答を引き起こす。内分泌系によって支配される現象には、生殖線の成熟や成長など生殖に関わるものや体液浸透圧や血糖値の調節など体内の環境を一定の状態に維持する働きに関わるものがある。この身体を一定の状態に保つことを②という。①は、病気との関係が論じられることが多く、生体を制御する因子として認識されていない。しかしながら、近年の研究により、①は病原に対処するだけでなく、②が維持できない状況において生体を正常な状態に戻し、そして正常な状態を保つための制御機構であることが分かってきた。

細胞間におけるシグナル伝達経路を詳しく見ていくと5つの様式に分けることができる。細胞から分泌される物質によるシグナル伝達は、内分泌型、傍分泌型、自己分泌型の3つのシグナル伝達に分類できる^(b)。分泌とは異なるシグナル伝達で、接触しあった細胞が細胞の表面に提示された物質を用いて情報を伝達する様式のことを細胞接触型という。また、神経細胞のシナプスから放出される③によって情報を伝達するシグナル伝達様式のことを神経型という。

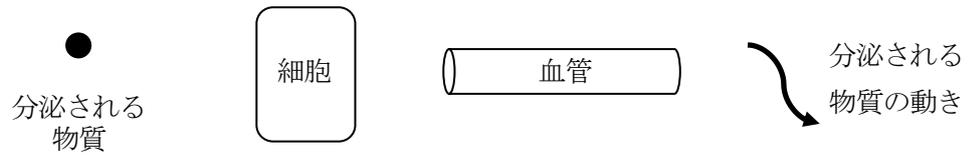
内分泌系に関わる疾患として、代表的な成人病である糖尿病を例にとる。血糖濃度が④すると膵臓ランゲルハンス島の⑤からインスリンが分泌され血糖濃度の⑥にはたらく。インスリンの産生・分泌の異常により血糖濃度を正常値に維持することができなくなる病気を糖尿病という。糖尿病には1型と2型が存在することが知られている。1型糖尿病は、自己免疫の働きにより膵臓ランゲルハンス島の⑤が破壊されることが原因となって発症する。2型糖尿病は、生活習慣が要因となり、インスリンの分泌量が減少したり、インスリンが分泌されても標的細胞が反応しなくなったりすることにより発症する^(c)。

問1. ①～⑥に適切な語句を答えなさい。

問2. 下線部(a)の神経系におけるシグナル伝達は、細胞間に存在するシナプスによって行われる。シナプスにおける興奮の伝達のしくみについて、次の語をすべて用いて説明しなさい。

(語群) シナプス間隙、カルシウムイオン、ナトリウムイオン、脱分極、活動電位

問3. 下線部(b)のシグナル伝達型「内分泌型」,「傍分泌型」,「自己分泌型」の違いについて, 図を用いて説明しなさい。図には, 以下の図形および矢印を用いる。



問4. 下線部(c)について, 2型糖尿病発症にいたる生理的变化を(1)インスリンの分泌量が減少する場合と(2)インスリンが分泌されても標的細胞が反応しなくなる場合に分けて説明しなさい。

問5. 以下の代表的なホルモンについて, ⑦～⑯に適切な語句を答えなさい。

分泌部位	ホルモン名	役割
⑦	生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン	生殖腺刺激ホルモンの分泌促進
	甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン	甲状腺刺激ホルモンの分泌促進
脳下垂体前葉	成長ホルモン	血糖値の増加・発育
	甲状腺刺激ホルモン	甲状腺ホルモンの分泌
	副腎皮質刺激ホルモン	副腎皮質ホルモンの分泌
	⑧	卵胞の発育・成熟
	⑨	排卵の誘発・雄性ホルモンの分泌
	プロラクチン	⑩
脳下垂体後葉	⑪	水再吸収の促進
⑫	チロキシン	⑬
⑭	糖質コルチコイド	血糖値の増加・炎症抑制
	鉱質コルチコイド	⑮
膵臓ランゲルハンス島	インスリン	ブドウ糖の恒常性維持
	グルカゴン	ブドウ糖の恒常性維持
卵巣	エストロゲン	雌の二次性徴の促進
	⑯	排卵の抑制
精巣	テストステロン	雄の二次性徴の促進

問6. 原子力施設で事故が起きると、近隣の住民に対して安定ヨウ素剤服用の指示が出る。原子力施設の事故発生時に安定ヨウ素剤を服用する理由について、チロキシン産生のメカニズムに着目し、次の語をすべて用いて説明しなさい。

(語群) チログロブリン, チロシン残基, 放射性ヨウ素, 安定ヨウ素

問題Ⅳ. 著作権の関係で公開対象外とします。