

後期日程

科目	生 物
----	-----

理学部 生物学科

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、問題冊子の1ページから12ページにわたっています。
3. 解答用紙は5枚、下書用紙は4枚で、問題冊子とは別になっています。
4. 問題冊子、解答用紙、下書用紙が不備な場合は、直ちに監督者に申し出てください。
5. 受験番号（1カ所）は、すべての解答用紙の所定の欄に記入してください。
6. 解答は、すべて横書きとし、解答用紙の所定の欄に記入してください。解答用紙の所定の欄以外に記入した場合は、採点の対象となりません。
7. 試験終了時に、解答用紙5枚すべて提出してください。問題冊子と下書用紙は、持ち帰ってください。

実施年月日
30. 3. 12
富山大学

1 タンパク質遺伝子の発現に関する次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

遺伝子の多くは、タンパク質の生産を指令するタンパク質遺伝子である。タンパク質のアミノ酸配列の情報は、ヌクレオチドの配列として DNA に保持されている。タンパク質遺伝子が発現するには、まずその情報が RNA ポリメラーゼのはたらきによって RNA に転写される。真核生物では、アミノ酸配列の情報を担う RNA は、転写直後の前駆体 RNA の 5' 末端にキャップ構造が、3' 末端にはポリ A 配列がそれぞれ付加され、遺伝子によっては①スプライシングをうけ、成熟 RNA となったのちに細胞質へと輸送される。輸送された RNA のヌクレオチドの配列情報に基づいてリボソームでタンパク質が合成される。このタンパク質合成の過程を翻訳とよぶ。翻訳の際には、3 個のヌクレオチドの並び(コドン)が 1 つのアミノ酸を指定する遺伝暗号に従って、ヌクレオチド配列の情報がアミノ酸配列へと変換される。

タンパク質遺伝子の DNA 配列に突然変異が起こった場合、その遺伝子が指令するタンパク質において、②アミノ酸配列に何も影響がないこともあるが、アミノ酸の置換をもたらしたり、③コドンの読み枠^はに影響を与えることによりアミノ酸配列に変異を生じることがある。

問1. 下線部①のスプライシングとはどのような現象か、40 字以内で説明しなさい。

問2. 翻訳の過程ではたらく RNA には、mRNA、tRNA、rRNA がある。下の(1)～(4)の記述にあてはまる RNA を、次の(ア)～(ウ)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

(ア) mRNA (イ) tRNA (ウ) rRNA

- (1) タンパク質を指令する DNA の情報をリボソームへと伝えるはたらきをする RNA
- (2) コドンに対応したアミノ酸をリボソームへと運ぶ RNA
- (3) mRNA、tRNA、rRNA のうち、細胞中で最も種類が多い RNA
- (4) mRNA、tRNA、rRNA のうち、神経細胞とリンパ球の間で種類が最も異なる RNA

問3. 3 個のヌクレオチドの並び(コドン)がどのアミノ酸に対応するかを解明するのに役立つ実験に関する次の記述を読み、下の問い(1)～(3)に答えなさい。

(実験1) A と C が交互につながった合成 RNA (5' ACACACAC ··· 3') を大腸菌抽出物からなるタンパク質合成系に加えると、合成されたタンパク質には2種類のアミノ酸(ヒスチジンとトレオニン)が含まれ、それら以外のアミノ酸は含まれなかった。

(実験2) AACが繰り返しつながった合成RNA (5' AACACAACAAC・・・3') を大腸菌抽出物からなるタンパク質合成系に加えると、合成されたタンパク質には3種類のアミノ酸(アスパラギン、グルタミンおよびトレオニン)が含まれ、それら以外のアミノ酸は含まれなかった。

(1) このタンパク質合成系では合成RNAのどこからでも翻訳を開始できるとした場合、(実験1)で合成されるのはどのようなタンパク質か、最も適切なものを次の(ア)～(ウ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) ヒスチジンとトレオニンが交互につながったタンパク質

(イ) ヒスチジンがつながったタンパク質とトレオニンがつながったタンパク質

(ウ) ヒスチジンとトレオニンがでたらめな順序でつながったタンパク質

(2) このタンパク質合成系では合成RNAのどこからでも翻訳を開始できるとした場合、(実験2)で合成されるのはどのようなタンパク質か、最も適切なものを次の(ア)～(ウ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) アスパラギン、グルタミン、トレオニンの順に3種類のアミノ酸がつながった配列が繰り返されるタンパク質

(イ) アスパラギンがつながったタンパク質と、グルタミンがつながったタンパク質と、トレオニンがつながったタンパク質

(ウ) アスパラギン、グルタミンおよびトレオニンがでたらめな順序でつながったタンパク質

(3) (実験1)と(実験2)の結果から予測される、アスパラギン、グルタミン、トレオニン、ヒスチジンのコドンとして最も適切なものを次の(ア)～(コ)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

(ア) AAC (イ) ACA (ウ) CAA (エ) CAC (オ) AACまたはACA

(カ) AACまたはCAA (キ) AACまたはCAC (ク) ACAまたはCAA

(ケ) ACAまたはCAC (コ) CAAまたはCAC

問 4. 細胞内におけるタンパク質合成について、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 核の遺伝子が指令するタンパク質は、細胞質基質に存在するリボソームまたは小胞体上のリボソームで合成される。リボソームを付着した小胞体とリボソームを付着しない小胞体は、それぞれ何とよばれるか答えなさい。
- (2) 細胞外へ分泌されるタンパク質は、小胞体上のリボソームで合成される。そこで合成されたタンパク質がどのような経路を経て、細胞外へ分泌されるか、その過程を 90 字以内で説明しなさい。

問 5. タンパク質遺伝子の突然変異に関して、次の問い(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 下線部②に関して、タンパク質のアミノ酸配列を指令する領域でヌクレオチドの置換が起きても、指令するアミノ酸に変化がない場合がある。それはどのような理由によるものか、40 字以内で説明しなさい。
- (2) タンパク質のアミノ酸配列を指令する領域で、1 カ所のヌクレオチドの置換により、翻訳されるタンパク質のアミノ酸数が大きく減少する場合がある。それはどのような場合か、30 字以内で説明しなさい。
- (3) 下線部③に関して、変異によってコドンの読み枠^{おき}が変わる場合がある。300 個のアミノ酸の配列を指令している遺伝子において、次の(ア)～(カ)に示すような変異が起きた場合、変異が起きた箇所より後でコドンの読み枠^{おき}がずれるのはどれか、すべて選び記号で答えなさい。なお、ヌクレオチド番号は、開始コドン 1 文字目を 1 とした変異前の遺伝子のヌクレオチドの番号を示している。
 - (ア) 34～42 番目のヌクレオチドの領域が連続して 9 ヌクレオチド欠失する。
 - (イ) 35～40 番目のヌクレオチドの領域が連続して 6 ヌクレオチド欠失する。
 - (ウ) 56 番目のヌクレオチドの後に 4 ヌクレオチドが挿入される。
 - (エ) 30 番目のヌクレオチドの後に 5 ヌクレオチドが挿入される。
 - (オ) 55 番目のヌクレオチドが 1 ヌクレオチド欠失する。
 - (カ) 36 番目のヌクレオチドの後に 3 ヌクレオチドが挿入される。

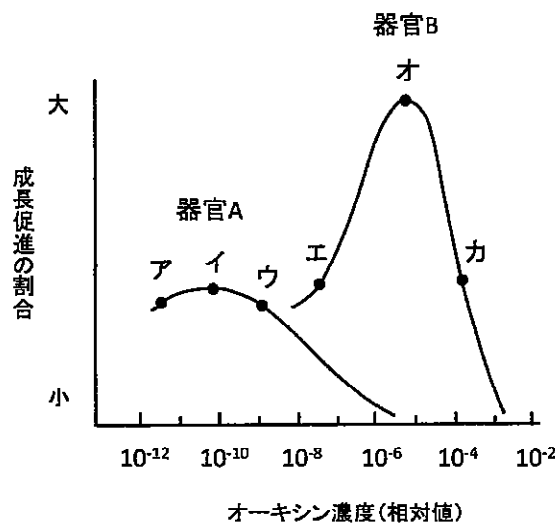
2 は、次のページから始まります。

2 植物ホルモンとそのはたらきに関する次の文章を読み、右の問い（問1～7）に答えなさい。

植物の体内では、植物ホルモンとよばれる物質が生産され、①組織間、器官間を移動してはたらき、発生や成長を調節している。例えば、②オーキシンは屈性にかかわっている。天然オーキシンには [a] という物質が知られている。成長している植物体の茎の先端部にある頂芽を切除すると、側芽の成長の抑制が解除され、側芽の成長が開始する。この現象は、側芽に対して頂芽の成長が優先されることを示しており、 [b] とよばれ、③そのしくみにはオーキシンとサイトカイニンがかかわる。

植物体から切り出した組織切片を、オーキシンとサイトカイニンを含む培地で培養すると、 [c] とよばれる、分化 [d] 性を持つ細胞集団が形成される。 [c] からの組織や器官の分化には、これらの植物ホルモンの濃度比が関係し、オーキシンの濃度が [e] いと根が生じ、サイトカイニンの濃度が [e] いと芽が生じる。

1種類の植物ホルモンでも、異なる器官に対して、異なる作用を示すことがある。器官の伸長成長に対するオーキシンの効果を調べるために、暗所で次の実験を行った。④オーキシンを含まない溶液に浸す実験における切片の長さを基準とし、様々な濃度のオーキシンに対する切片の成長促進の割合を以下の図に示した。⑤茎および根の結果を、器官Aまたは器官Bとして図中に示した。⑥同じ植物の芽生えを暗所で横に倒し水平にしておくと、茎は上方に屈曲し、根は下方に屈曲した。



図

3 免疫に関する次の問い（問 1～4）に答えなさい。

問 1. 両生類のアフリカツメガエルの腹部に注射器で墨汁を注入し、しばらくして注射器を使って心臓から血液を採取した。スライドガラス上に血液を 1 滴のせ、カバーガラスをかけて顕微鏡で観察したところ、①細胞内に墨汁を取り込んで黒くなった、形や大きさが異なる細胞がいくつか見られた。次の問い(1)～(3)に答えなさい。

(1) 下線部①のように異物を細胞内に取り込む現象を何とよぶか、答えなさい。

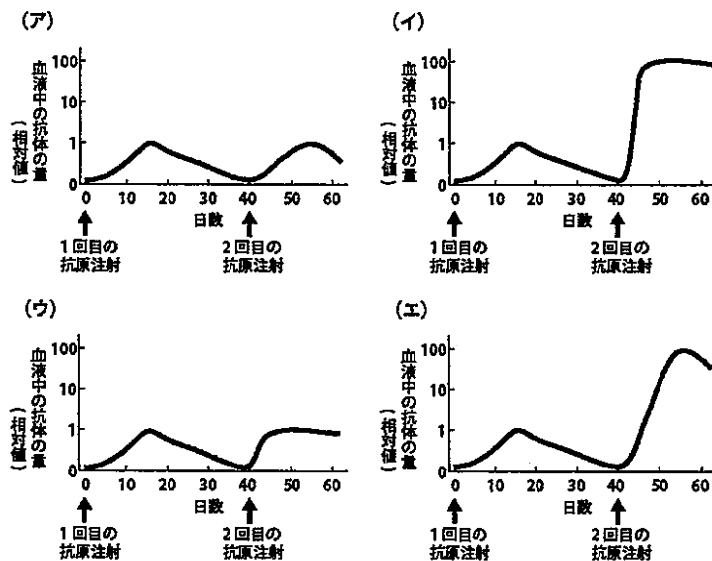
(2) 細胞内に墨汁を取り込んで黒くなった細胞を、次の(ア)～(ケ)から 3 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) ヘルパー-T 細胞 (イ) B 細胞 (ウ) マクロファージ (エ) 好塩基球

(オ) 形質細胞 (カ) 好中球 (キ) マスト細胞 (ク) 樹状細胞 (ケ) NK 細胞

(3) (2)の(ア)～(ケ)の細胞のうち、リンパ球に分類される細胞をすべて選び、記号で答えなさい。

問 2. マウスに抗原 A を注射し、その後の血液中の抗体の量を継時的に測定した。40 日目に抗体の量が、最初に抗原を注射した 0 日目のレベルにまで減ったところで、再度、同じマウスに同一抗原を注射し、その後の血液中の抗体の量を測定した。抗原 A の体内への侵入後の時間と抗体の産生量との関係について示した場合、最も適切な図はどれか、次の(ア)～(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。また、その答えを選んだ理由を、100 字以内で説明しなさい。



問 3. 病気によって、肝臓や腎臓などの機能が著しく損なわれた場合、他人の臓器を移植することがある。しかし、 反応が起きると、移植した臓器は患者の体内に生着せずに脱落してしまう。その原因は、臓器を提供される患者と、臓器を提供する者との間で、細胞表面に存在する が異なるためである。次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) 文中の と に最も適切な語を記入しなさい。

(2) 代表的な に、ヒトの白血球の細胞表面に存在するヒト白血球型抗原 (HLA) がある。HLA は、第 6 染色体にある 6 対の遺伝子によって抗原型が決定される。これら 6 対の遺伝子それぞれに多数の対立遺伝子があり、膨大な組み合わせが存在することから、他人と抗原型が一致することは非常に稀である。また、これら 6 対の遺伝子は、染色体上で近接して存在しており、各遺伝子間での組換えはほとんど起こらない。同じ両親から生まれた 2 人の子の間で、HLA の型が一致する確率を、次の (ア) ~ (オ) から 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 一致しない (イ) 1/2 (ウ) 1/4 (エ) 1/6 (オ) 1/8

問 4. 免疫応答は、病原体などの異物から、からだを守るために不可欠な反応であるが、ときにその反応が過敏となって、じんましんやぜんそく、くしゃみなどの症状を引き起こす場合がある。次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) 花粉症が起こるしくみについて、次の語群の語をすべて用いて 100 字以内で説明しなさい。

[語群] 粘膜 アレルゲン B細胞 マスト細胞 炎症反応

(2) アレルギーのなかには、アレルゲンが 2 回目に体内に入ったとき、全身性の激しい炎症反応を引き起こすことがある。このような症状を何とよぶか、答えなさい。

4 環境刺激の受容と神経系の情報伝達に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えなさい。

動物の各感覚器官は、①外部環境からの特定の刺激を受容し、刺激に応じた感覚を生じて行動などを起こす。動物が外部環境からの刺激を受容する器官を受容器といい、眼、耳、鼻などがある。②受容器で生じた反応は、電気的な信号となって末梢神経系を通して脳や脊髄などの [a] に伝達され、[a] で統合処理されて、場合によっては筋肉などの効果器に伝達されて運動や行動が生じる。

受容器には、[b] とよばれる細胞が集中して存在しており、わずかな刺激でも敏感に感じ取る。刺激を受容した [b] では、[c] のイオン透過性が一時的に変わり、電気的な変化を起こす。[b] や神経細胞などにみられる③このような電気的変化を [d] という。[d] において、[c] の電位は瞬間的に [c] の内側が正に、[c] の外側が負になり、短時間で元に戻る。このような電位の変化を [e] という。

[e] の発生には、[c] のイオンチャネルがはたらいている。[e] は [f] イオンチャネルが開いて [f] イオンが細胞内に流入し、細胞内外の電位が逆転することで生じる。その後、[f] イオンチャネルは直ちに閉じる。[f] イオンチャネルに少し遅れて [g] イオンチャネルが開き、[g] イオンが細胞内から流出する。これによって、電位が元に戻る。

問1. 上の文章中の [a] ～ [g] に最も適切な語を記入しなさい。

問2. 下線部①の刺激を何とよぶか、答えなさい。また、次の（ア）～（ウ）の受容器に対応する特定の刺激をそれぞれ答えなさい。

（ア）うずまき管（コルチ器） （イ）前庭 （ウ）半規管

問3. 下線部②の特徴は、刺激の強さによって反応が起こるか起こらないかのいずれかを示す。このことを何とよぶか、答えなさい。また、この時、反応を生じさせる最小の刺激の強さを何とよぶか、答えなさい。

問4. 下線部③に関して、電気的変化によって近くにある別のイオンチャネルが影響を受ける。このような性質を示すイオンチャネルを何とよぶか、答えなさい。

問 5. 神経細胞間の情報伝達において、クロライド (Cl) イオンチャネルがかかわるシナプスを何とよぶか、答えなさい。また、このシナプスにおいてシナプス後膜の Cl イオンチャネルが開くと膜電位は上がるのか、下がるのか、答えなさい。

問 6. 神経細胞の情報伝導速度は、有髄神経繊維のほうが無髄神経繊維に比べて大きい。なぜ有髄神経繊維では速度が大きくなるのか、この理由を 60 字以内で説明しなさい。

- 5 生物の進化と生態に関する次の文章 [A], [B] を読み、下の問い (問 1~8) に答えなさい。

[A] 原始の地球では、無機物から、アミノ酸や単糖類などの簡単な有機物が合成され、さらにこれらの有機物どうしが結合してタンパク質や核酸などの複雑な有機物が生成されたと考えられている。この過程を [a] とよぶ。その後、[a] により生成された有機物から生物が誕生した。①このように生じた初期の生物からシアノバクテリアが出現すると、大気には [b] が増え、[b] を利用できる [c] が出現し繁栄した。②やがて、細胞小器官を発達させた真核生物が誕生し、生息環境を広げていった。

- 問 1. 文中の [a] ~ [c] に入る最も適切な語を、次の (ア) ~ (キ) から選び、記号で答えなさい。

(ア) 化学進化 (イ) RNA ワールド (ウ) 二酸化炭素
(エ) 嫌気性原核生物 (オ) 好気性原核生物 (カ) 炭酸同化 (キ) 酸素

- 問 2. 下線部①に関して、シアノバクテリアの出現で変化した組成の大気を利用できる [c] が繁栄した理由を、次の語群の語をすべて用い、80 字以内で説明しなさい。

[語群] 呼吸 発酵 グルコース ATP

- 問 3. 下線部②に関して、真核細胞にみられる細胞小器官の起源は、共生説によって説明される。共生説とはどのようなものか、次の語群の語をすべて用い、70 字以内で説明しなさい。

[語群] ミトコンドリア シアノバクテリア 宿主細胞

- 問 4. 次の (ア) ~ (カ) の出来事を年代が古い順にならべ、記号で答えなさい。

(ア) 真核性藻類による光合成の開始
(イ) 多細胞生物の出現
(ウ) シダ植物の出現
(エ) 真核生物の出現
(オ) シアノバクテリアによる光合成の開始
(カ) オゾン層の形成

[B] 生態系において、太陽から供給された光エネルギーの一部は、③生産者が行う④光合成によって、化学エネルギーとして有機物に蓄えられる。有機物中の化学エネルギーは、食う・食われるの関係を通じて、生物の間を移動し、それぞれの生物に利用される。また生態系の中で、食う・食われるの関係以外にも、生物どうしは⑤さまざまな関係をもっている。

問5. 下線部③について、生態ピラミッドにおいて、生産者は、光合成によって合成した化学エネルギーの一部しか、生産者の成長のために利用することができない。これ以外のエネルギーは、どのように利用されるか、50字以内で説明しなさい。

問6. 下線部④について、光合成を行う生物を、次の（ア）～（オ）からすべて選び、記号で答えなさい。

（ア）アオカビ （イ）イチョウ （ウ）シイタケ （エ）シャジクモ （オ）ゼニゴケ

問7. 下線部⑤に関して、他の生物のからだにすみ、その生物から栄養分などの利益を一方的に受け取る生物がいる。このように、一方向的な利益・不利益が存在する生物どうしの関係を何とよぶか、答えなさい。

問8. 生態系を構成する生物には、生産者や消費者に加えて、分解者とよばれる生物が存在する。分解者とはどのような役割を担う生物か、40字以内で説明しなさい。

