

生 物 (問題用紙 1)

＜ 問題用紙は 4 枚 ある ＞

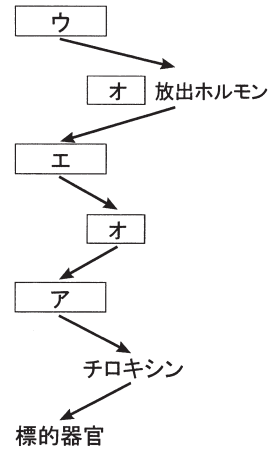
＜ 漢字の生物用語は、原則として正しい漢字を用いて解答すること。＞

I.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

生体の恒常性のためには、全身の適切な代謝状態の調節が必要である。[ア] は、気管の前に位置する、代謝状態を調節する上で最も重要な内分泌腺である。[ア] の背面には、① 血中カルシウムイオン濃度を調節するホルモンを分泌する [イ] が存在する。[ア] からのチロキシンの分泌は、右の図のように [ウ] と [エ] からの上位支配を受けており、[オ] 放出ホルモンは神経細胞から [カ] により血中に分泌される。[オ] 放出ホルモンにより、[エ] からの [オ] の分泌が刺激される。これにより放出された [オ] は、[ア] におけるチロキシンの合成・分泌過程を促進させる。② チロキシンの血中濃度が低下すると、チロキシンによる上位調節器官への [キ] のフィードバックが解除され、[オ] の産生・分泌が増加する。

チロキシンは、③ 脂溶性ホルモンで、標的細胞に作用する際に、[ク] に存在する受容体に結合し、④ 遺伝子発現量を変えることにより、細胞の活性や機能を調節する。チロキシンの心臓への作用は、⑤ 交感神経刺激に対する心臓の感受性を上げることにより、心収縮力や [ケ] を増加させることである。また、チロキシンは腸管からの [コ] の吸収を亢進させることにより、⑥ 血糖を増加させる。



問 1. 文章中の [ア] ～ [コ] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部①の血中カルシウムイオン濃度の調節について、体内でカルシウムを最も豊富に貯蔵し、[イ] から分泌されるホルモンの標的器官となるものは何か。

問 3. 下線部②とは逆に、チロキシンの血中濃度が増加すると、[オ] はどうなるか。

問 4. 下線部③に対して、水溶性ホルモンの受容体は、細胞のどの部位に存在するか。

問 5. 下線部④で、遺伝子発現量を変えるために、ホルモンと受容体の複合体が結合するDNAの部位は、一般に何と呼ばれるか。

問 6. 下線部⑤について、次の表の各列で、交感神経の作用として正しい方をそれぞれ選び、解答欄に記号で答えよ。

瞳孔	気管支	腸ぜん動	排尿
a. 拡大	a. 収縮	a. 促進	a. 促進
b. 縮小	b. 拡張	b. 抑制	b. 抑制

問 7. 下線部⑥について、血糖が増加した時に、すい臓から分泌されることにより血糖を低下させるホルモンは何か。

問 8. 問7の答えとなるホルモンが、肝臓での糖代謝に及ぼす作用を40字以内で答えよ。

問 9. 低血糖時に血糖を回復させるために分泌が促進されるホルモンを、糖質コルチコイド以外に二つ挙げよ。

問 10. チロキシンが増加した状態では、心拍出力 (一分間に心臓から送り出される血液の量) はどのようになるか。また、静脈から心臓に戻ってくる血液量はどのようになるか。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 2)

II.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

ヒトの脳は左右の半球に分かれていて、二つの半球は [ア] でつながっている。大脳の外側の皮質は、ニューロンの [イ] が集まっていて、[ウ] とも呼ばれる。大脳皮質は、表面の大部分を占める [エ] 皮質と、内部にある古皮質や旧皮質を含む [オ] 皮質からなる。[エ] 皮質には、視覚や聴覚などの感覚中枢や随意運動の中枢、認知や判断などの高度な精神活動の中枢である [カ] などが存在する。[オ] 皮質には、欲求や [キ] に基づく行動の中枢や海馬が含まれる。

ネズミを用いて、次のような実験を行った。周囲に目印のある大型の円形容器に濁った水を満たして、水面からは見えないように、ネズミがやっと乗れる程度の小さな台を水中に一つ置いた。その容器内にネズミを放して泳がせ、水中の台にたどり着くように訓練した。① 最初は長い時間あちこち泳ぎ続けた後に、偶然に台へ到着したが、繰り返し泳がせていると、ネズミを容器内のどこに放しても、直線的に台に到着できるようになった。しかし、海馬を損傷したネズミでは、同じように繰り返し泳がせても、このような学習が成立しなかった。

さらに、ネズミの海馬に、シナプス接続している二つのニューロンを同定し、シナプス前ニューロンに電気刺激を与え、その刺激に対するシナプス後ニューロンの膜電位変化を測定する実験を行った。シナプス前ニューロンに単発の電気刺激を与えると、シナプス後ニューロンに脱分極が起こった。電気刺激により発生した [ク] が、シナプス前ニューロンの [ケ] に伝わって、[ケ] の [コ] から神経伝達物質が放出され、その神経伝達物質がシナプス後ニューロンの受容体に結合することで、膜電位が変化したと推察された。このシナプス前ニューロンに、高頻度の連続した電気刺激を短時間加えた。その後、シナプス前ニューロンに初めと同じ単発の電気刺激を与えたところ、② このシナプスでは伝達効率が增大していることが示された。この伝達効率の増大は、高頻度刺激以後、数時間以上持続した。

- 問 1. 文章中の [ア] ~ [コ] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。
- 問 2. 下線部①のような学習を一般に何と呼ぶか。
- 問 3. 長く続くシナプスの伝達効率の増大を、一般に何と呼ぶか。
- 問 4. 下線部②のシナプスの伝達効率の増大は、どのような実験結果によって示されたか。25字以内で述べよ。
- 問 5. 下線部②のシナプスの伝達効率の増大は、どのようなしくみで生じたか。50字以内で述べよ。
- 問 6. 上述したネズミの学習実験とニューロンの膜電位測定実験から、海馬のはたらきを推察し、50字以内で述べよ。

III.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

獲得免疫反応を担うT細胞の表面には、[ア] と呼ばれる受容体膜タンパク質が存在する。[ア] には、[イ] が産生し、細胞から離れて血液や粘液中に存在する [ウ] 分子と同じように [エ] と [オ] があり、[オ] は細胞膜を貫いている。[ウ] の [エ] が直接異物と結合するのに対し、[ア] は自己細胞表面の [カ] と、これに結合したタンパク質の断片から成る複合体を認識する。

[カ] には、細胞内に存在するタンパク質分子が分解されて生じた断片が結合している。自己細胞を構成するタンパク質が分解されてできた断片を結合した [カ] は、同じ体内のT細胞が持つ [ア] によって認識されることはない。一方、ウイルスに感染した細胞内では、ウイルスの遺伝子産物であるタンパク質が合成されており、その断片を結合した [カ] を認識する [ア] が存在するため、ウイルス感染細胞は活性化したT細胞によって破壊される。

[カ] は、赤血球を除く体内のほとんど全ての細胞の表面に結合して存在している。しかし、[カ] 自体もタンパク質であるから、細胞の内部で合成され、細胞の表面に運ばれなければならない。細胞の外へと分泌されるタンパク質や、細胞の表面に結合して存在するタンパク質は、[キ] 小胞体上の [ク] で合成され、小胞体の内側に取り込まれて小胞に包まれ、扁平な袋状構造が数層重なった [ケ] へと送られる。[ケ] を経たタンパク質は再び小胞に包まれて運ばれ、この小胞が細胞膜と融合することで、細胞表面に出たり、細胞外に分泌されたりする。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 3)

(Ⅲの続き)

細胞の外に出るタンパク質を合成する [ク] は、最初から [キ] 小胞体に結合しているわけではない。細胞質内に遊離した [ク] で翻訳が始まった時、ポリペプチドの末端にある [コ] 配列がまず合成される。[コ] 配列にこれを認識した [コ] 認識粒子 (SRP) と呼ばれるタンパク質が結合すると、翻訳はいったん中断し、SRPが小胞体膜の受容体に結合することによって、タンパク質を合成し始めた [ク] が小胞体膜に移動する。[コ] 配列がSRPから離れて小胞体膜にある小孔を貫通し、小胞体内に移動するとともに翻訳が再開され、続いて合成されたポリペプチドは、順次小胞体内に押し込まれる。[カ] のようなタンパク質は、一本の糸状のポリペプチドのまま機能するわけではなく、部分的に ① らせん状の構造や、 ② びょうぶのように折れ曲がった板状の構造をとり、さらに ③ それらが折り重なって立体的な構造を形成する。 タンパク質が正しく立体構造を作ることが出来るよう、細胞内には ④ ポリペプチドの立体的な折りたたみを助けるタンパク質もある。

問 1. 文章中の [ア] ~ [コ] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部①と②の構造は、それぞれ何と呼ばれるか。

問 3. 下線部③のように、下線部①や下線部②の構造が折り重なることで、一つのタンパク質分子が全体としてとる立体的な構造を、一般に何と呼ぶか。

問 4. 下線部④のような働きをするタンパク質を、一般に何と呼ぶか。

問 5. T細胞は、細胞内で合成されたタンパク質が分解されて生じた断片(短いペプチド)が、[カ] に結合したものを認識する。細胞質で機能するタンパク質や、ウイルス感染細胞で合成され、ウイルス粒子の内部を構成するタンパク質は、[コ] 配列を持たず、そのまま小胞体内部に送り込まれることはない。細胞質のタンパク質が分解されて生じた断片が [カ] に結合するためには、どのようなしくみが必要か。60字以内で答えよ。

問 6. 細胞表面に出ている [カ] には、必ず細胞内に存在するタンパク質の断片が結合しており、タンパク質断片が結合していない「裸の」[カ] が細胞表面に存在することはない。鼻や気管などの粘膜や皮膚の表面を覆う上皮細胞で、いろいろな細胞小器官に存在する [カ] を調べて見ると、[キ] 小胞体の内側に存在する翻訳が終わったばかりの [カ] にはタンパク質断片は結合しておらず、[ケ] へと送られる段階では既にタンパク質断片が結合していることがわかった。タンパク質断片が結合しないと [カ] が [ケ] に運ばれないのは、どのようなしくみによると考えられるか。75字以内で答えよ。

IV.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

奈良の東大寺大仏殿には、八本肢の変ったチョウの像がある。青銅で作られたこのチョウの像では、第一腹部体節が肢のある胸部体節に転換している。このような例は、ショウジョウバエでよく研究され、平均こん(退化した後翅)が翅に変化して4枚翅になる変異、あるいは頭部の触角が肢になる変異が知られている。このような変異の原因となる遺伝子を [ア] 遺伝子といい、その多くは [イ] の情報をコードする。[ア] 遺伝子は発生過程の特定の時期に、体軸に沿った特定の領域で発現し、それぞれの領域に特有の器官が形成される際に、中心的な役割を担っている。ショウジョウバエでは8個の遺伝子が、二つのブロック ([ウ] 複合体と [エ] 複合体) に分かれて1本の染色体(第3染色体)上にある。ショウジョウバエの [ア] 遺伝子と相同な遺伝子は、ほとんどすべての動物に見出されており、ショウジョウバエのものも含めて [オ] 群と総称されている。

[ア] 遺伝子には、[カ] と呼ばれる [キ] 塩基対からなる相同性の高い塩基配列があり、タンパク質中の [ク] と呼ばれる60個の [ケ] からなる部分をコードする。

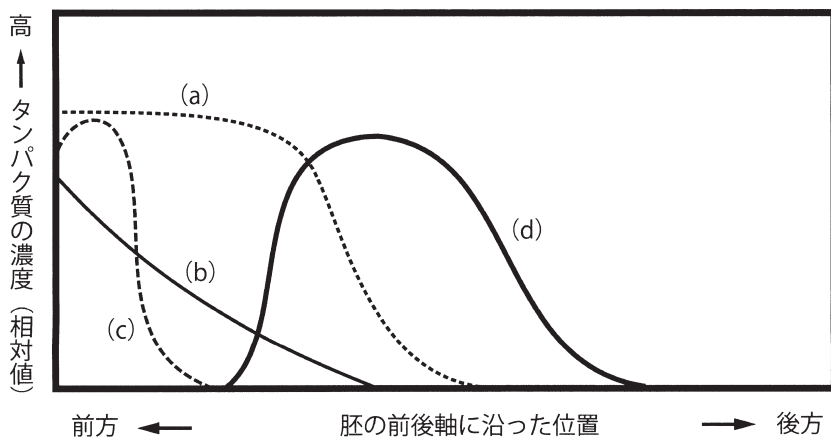
ショウジョウバエの卵は、受精後1日ほどで高度に組織化され分節化された、運動性のある幼虫になる。発生の進行とともに、胚の特定の領域で [ア] 遺伝子が発現するようになる。胚と幼虫に特有な前後軸に沿ったパターン形成には、数十の遺伝子とそれらの産物が関わっており、これらは胚のどの領域に影響を与えるかによって ① 五つのクラス([コ] ・ギャップ遺伝子群・ペアルール遺伝子群・セグメントポラリティー遺伝子群・ [ア] 遺伝子群) に分類される。これら五つのクラスの各遺伝子群は、胚が次第により細かく分節化されるそれぞれの過程に対応している。

(次頁に続く)

生 物 （問題用紙 4）

(IVの続き)

胚の前後軸は卵形成の過程ですでに決定されており、^②受精前の卵の前部と後部には、それぞれ決まった種類の物質が局在している。胚の発生の進行とともにそれぞれが サ され、その産物が胚の中で濃度勾配を作って分布するようになる。
^③これらとは別に、もともと卵の中で均等に分布していた二つの物質が、上の サ によって生じた産物による濃度勾配に応じた調節を受け、胚の中で特定の濃度勾配を作って分布するようになる。さらに胚発生が進むと、いろいろなタンパク質による調節を受け、胚の決まった領域に特定の遺伝子、たとえば ^④イーブンスキップ遺伝子が、7本の縞状に発現するようになる。下の図は、7本の縞のうち、前端から第2番目の縞でイーブンスキップ遺伝子の発現調節に関わる4種類のタンパク質 (a～d) について、胚のある領域における濃度分布を描いたものである。



- 問 1. 文章中の ア ～ サ に入る最も適切な語句または数字を、解答欄に記入せよ。
- 問 2. 下線部②の、前部と後部にそれぞれ局在する物質の名称を答えよ。
- 問 3. 下線部③の二つの物質の名称を答えよ。
- 問 4. 下線部④のイーブンスキップ遺伝子は、下線部①の五つのクラスのうちどれに属する遺伝子か。名称を答えよ。
- 問 5. 図中のタンパク質 (a) と (b) の名称を答えよ。
- 問 6. 図中のタンパク質 (c) と (d) の遺伝子は、下線部①の五つのクラスのうちどれに属する遺伝子か。名称を答えよ。
- 問 7. 図中のタンパク質 (a) は、もともと卵の中で均等に分布していた物質の一つに由来する。このタンパク質 (a) の分布が、図に示されるように変化した理由を、70字以内で説明せよ。
- 問 8. 7本の縞のうち、前端から第2番目の縞のイーブンスキップ遺伝子の発現は、図中のタンパク質 (a) と (b) によって活性化され、タンパク質 (c) と (d) によって抑制される。解答欄の図に、イーブンスキップタンパク質の濃度分布を描け。

(以上)