

上智大学

2021年度一般選抜（学部学科試験・共通テスト併用型）

学部学科試験サンプル問題

理工学部

物質生命理工学科・機能創造理工学科・情報理工学科

【学部学科試験名】 学部共通試験

理科（物理・化学・生物から1科目選択）

※学部共通試験のため、一度の試験で複数学科の併願が可能

【試験時間】 90分

※サンプル問題の出題形式は例であり、問題数は本試験と異なる場合があります。

1 以下の問1～問7について a)～e)のうちから正しいものを全て選べ。ただし、正しいものがない場合はf欄にマークせよ。

問1 染色体の構造について

- a) キアズマは紡錘糸が結合する染色体の部位である。
- b) クロマチン繊維はヒストンの化学修飾によって凝縮したり緩んだりする構造である。
- c) テロメアは染色体の末端部にある構造である。
- d) 動原体は動物細胞にのみ存在する染色体の部位である。
- e) スクレオソームはクロマチン繊維を作る基本構造である。

問2 呼吸について

- a) グルコース1分子あたり、解糖系では2分子、クエン酸回路では4分子の H_2O が消費される。
- b) 解糖系では還元型補酵素 NADH と FADH_2 が生じる。
- c) クエン酸回路では還元型補酵素 NADH と FADH_2 が生じる。
- d) 解糖系の反応は細胞質基質で起こる。
- e) クエン酸回路の反応はミトコンドリアのマトリックスで起こる。

問3 細菌の代謝について

- a) シアノバクテリアはバクテリオクロロフィルを利用して光合成を行う。
- b) 緑色硫黄細菌はバクテリオクロロフィルを利用して光合成を行う。
- c) 亜硝酸菌は亜硝酸イオンを酸化して ATP を合成する。
- d) 水素細菌は水素を酸化して ATP を合成する。
- e) 鉄細菌は二価の鉄イオンを酸化して ATP を合成する。

問4 ショウジョウバエの形態形成について

- a) 卵形成中にピコイドタンパク質は卵の将来の前方に、ナノスタンパク質は卵の将来の後方に蓄積されて、胚の前後軸の形成において重要な役割を果たす。
- b) ギャップ遺伝子群は、胚の前後軸に沿って領域特異的に発現して、体を大まかに区画化する。
- c) セグメントポラリティ―遺伝子群は、7つの帯状のパターンで発現して、体節構造を決定する。
- d) ある体節ではたらくホメオティック遺伝子の発現が突然変異によって消失すると、その体節は欠失する。
- e) マウスには、ショウジョウバエのホメオティック遺伝子群と同じようなはたらきをもつ遺伝子群が存在するが、その遺伝子数はマウスの方がショウジョウバエより多い。

問5 体液について

- a) 血液は、右心室から大動脈を経て全身へ、左心室から肺動脈を経て肺へと送り出される。
- b) ヘモグロビンは、同じ酸素濃度のもとでは、二酸化炭素濃度が高くなるほど酸素を解離しやすい。
- c) 組織で生じた二酸化炭素の多くは、血しょう中にある酵素の働きによって炭酸水素イオンとして肺に運ばれる。
- d) リンパ管には弁があり、リンパ液は一定方向に移動する。
- e) 傷ついた血管壁が修復されると、傷口をふさいでいた血ペいは溶解される。

問6 神経系について

- a) クラゲは散在神経系をもつ。
- b) ヒドラはかご形神経系をもつ。
- c) ミミズははしご形神経系をもつ。
- d) バッタは中枢神経系と末梢神経系をもつ。
- e) 脊椎動物では、脳を中枢神経系、それ以外を末梢神経系と呼ぶ。

問7 ホルモンについて

- a) バソプレシン分泌は、視床下部から分泌された放出ホルモンが脳下垂体後葉の細胞を刺激することによって促進される。
- b) アドレナリンの分泌は、脳下垂体前葉から分泌されるホルモンが副腎髄質を刺激することによって促進される。
- c) グルカゴンの分泌は、すい臓のランゲルハンス島の A 細胞が低血糖の刺激を直接感知することによって促進される。
- d) 甲状腺刺激ホルモンの分泌は、体温の低下を感知した視床下部が脳下垂体前葉にはたらきかけることによって促進される。
- e) ステロイドホルモンは、細胞内の受容体と結合した後、DNA にはたらきかけることによって遺伝子の発現を調節する。

2 遺伝子発現に関する次の文章 1 と文章 2 を読み、以下の問 8～問 13 に答えよ。

文章 1 大腸菌を用いてヒトのペプチドホルモンを合成したい。そのために、ヒトのホルモン遺伝子をベクターであるプラスミドにつないで組換えプラスミドを作製し、これを大腸菌に導入することにした。組換えプラスミドを作製するためには、ヒトのホルモンのアミノ酸配列をコードする DNA を ア で切り出し、その DNA を同じ ア で切り出したプラスミドに イ を用いてつなげればよい。今回、ア の ⁽¹⁾ 認識配列に開始コドンもしくは終止コドンを含むものを用いて、タンパク質（ペプチド）の読み枠が完全な組換えプラスミドを作製することにした。また、アミノ酸を指定するコドンに関しても工夫を加えた。多くの遺伝子を調べてみると、同じアミノ酸を指定するものであってもコドンによって使用頻度が異なっている。使用頻度の低いコドンが使われると翻訳効率が低下し、タンパク質が合成されにくくなることがある。そこで、⁽²⁾ 合成効率を上げるために、使用頻度の低いコドンを使用頻度の高いものに置き換えることにした。表 1 は、コドンの使用頻度をヒトと大腸菌とで比較したものである。

表 1 遺伝暗号表

アミノ酸の名称の右側の数値は、左から順にヒトのコドンの使用頻度、大腸菌のコドンの使用頻度である。例えば、フェニルアラニンをコードするコドンのうち UUU の使用頻度はヒトでは 45%、大腸菌では 57% である。

1 番目の塩基	2 番目の塩基								3 番目の塩基				
	U		C		A		G						
U	フェニルアラニン	45	57	セリン	18	15	チロシン	43	57	システイン	45	44	U
	フェニルアラニン	55	43	セリン	22	15	チロシン	57	43	システイン	55	56	C
	ロイシン	7	13	セリン	15	12	終止	29	63	終止	50	29	A
	ロイシン	13	13	セリン	6	15	終止	21	8	トリプトファン	100	100	G
C	ロイシン	13	10	プロリン	28	16	ヒスチジン	41	57	アルギニン	8	38	U
	ロイシン	20	10	プロリン	33	12	ヒスチジン	59	43	アルギニン	19	40	C
	ロイシン	7	4	プロリン	27	19	グルタミン	26	35	アルギニン	11	6	A
	ロイシン	40	50	プロリン	11	53	グルタミン	74	65	アルギニン	21	10	G
A	イソロイシン	35	51	トレオニン	24	17	アスパラギン	46	45	セリン	15	15	U
	イソロイシン	48	42	トレオニン	36	43	アスパラギン	54	55	セリン	24	28	C
	イソロイシン	16	7	トレオニン	28	13	リシン	42	76	アルギニン	20	4	A
	メチオニン	100	100	トレオニン	12	27	リシン	58	24	アルギニン	20	2	G
G	バリン	18	26	アラニン	26	16	アスパラギン酸	46	63	グリシン	16	34	U
	バリン	24	22	アラニン	40	27	アスパラギン酸	54	37	グリシン	34	40	C
	バリン	11	15	アラニン	23	21	グルタミン酸	42	69	グリシン	25	11	A
	バリン	47	37	アラニン	11	36	グルタミン酸	58	31	グリシン	25	15	G

問 8 と に入る適切な酵素名をそれぞれ記せ。

問 9 下線部 (1) について、プラスミドに挿入する DNA の 5'末端側と 3'末端側を切断する の認識配列として最も適切なものを、a) ~h) のうちからそれぞれ 1 つ選べ。なお a) ~h) は 5'末端から記載した配列である。

5'末端側の認識配列：

3'末端側の認識配列：

- a) AGCT b) AAGCTT c) CATATG d) CTGCAG
e) GAATTC f) GGTACC g) GTCGAC h) GTTAAC

問 10 下線部 (2) について、アミノ酸を変異させることなく、ヒトのホルモン遺伝子中のアルギニンをコードするコドン置き換えることにした。どのように置き換えたらいと考えられるか。適切なものを a) ~f) のうちから全て選べ。

- a) AGA を AGG にする。
b) AGA を CGC にする。
c) AGG を AGC にする。
d) AGG を CGT にする。
e) CGT を AGA にする。
f) CGT を CGG にする。

文章 2 リボソームは mRNA 上を移動しながらタンパク質を合成する。このとき、tRNA が表 1 に示した遺伝暗号表にしたがって、(3) mRNA のコドンに対応するアミノ酸をリボソームに運び、リボソーム上でアミノ酸がつながれていく。

問 11 ヒトのタンパク質合成には見られず、大腸菌のタンパク質合成のみにあてはまるものを a) ~e) のうちから全て選べ。

- a) リボソームは、小胞体に結合してタンパク質を合成することができる。
b) リボソームは、細胞質基質でタンパク質合成酵素としてはたらく。
c) リボソームは、大サブユニットと小サブユニットから成り、どちらも RNA とタンパク質で構成された複合体である。
d) リボソームは、転写途中の mRNA に結合して、タンパク質合成を開始することができる。
e) リボソームは、完成した mRNA のみに結合して、タンパク質合成を開始することができる。

問 12 チロシンに対応するアンチコドンの配列を表記したものを a) ~h) のうちから全て選べ。なお、a) ~h) は 5'末端から記載したものである。

- a) UAU b) UAC c) CAU d) CAC
e) AUA f) AUG g) GUA h) GUG

問 13 下線部 (3) について、リボソームが終止コドンに到達した後の反応として適切なものを a) ~d) のうちから 1 つ選べ。

- a) リボソームは mRNA を分解する。
- b) リボソームは mRNA から離れる。
- c) リボソームは rRNA とリボソームタンパク質に解離する。
- d) 終止コドンに対応する tRNA が結合する。

3 タンパク質に関する次の文章を読み、以下の問 14～問 19 に答えよ。

文章 動物のタンパク質は、⁽¹⁾ 必須アミノ酸を含む 20 種類のアミノ酸により構成されており、アミノ酸どうしがペプチド結合により鎖状につながって、複雑な立体構造をとっている。タンパク質のアミノ酸の並び順を一次構造という。また、⁽²⁾ αヘリックス構造やβシート構造などのタンパク質の部分的な立体構造を二次構造という。タンパク質は、二次構造をもちながら、さらに折りたたまれて複雑な立体構造をとる。これを三次構造という。タンパク質によっては、さらに⁽³⁾ 四次構造を作るものもある。また、アミノ酸には側鎖に硫黄 (S) を含むものがあり、その硫黄どうしが結合してポリペプチド間を橋渡しする。この構造は⁽⁴⁾ S-S 結合とよばれ、タンパク質が固有な構造をとるのに重要な役割を果たしている。

問 14 下線部 (1) の説明として正しいものを a) ～f) のうちから全て選べ。

- a) タンパク質が二次構造を作るのに必要なアミノ酸である。
- b) タンパク質が三次構造を作るのに必要なアミノ酸である。
- c) 生物の体内で分量合成されるため、栄養分として摂取する必要がないアミノ酸である。
- d) 生物の体内で十分な量を合成できず、栄養分として摂取しなければならないアミノ酸である。
- e) 必須アミノ酸の種類は、動物種間で共通である。
- f) 必須アミノ酸の種類は、動物種によって異なる。

問 15 下線部 (2) の説明として正しいものを a) ～e) のうちから全て選べ。

- a) 側鎖が外側に向いた状態で形成された、らせん状の構造である。
- b) 側鎖どうしの相互作用により形成された、らせん状の構造である。
- c) 2本のポリペプチド鎖が組み合わさった、らせん状の構造である。
- d) らせん状の構造の形成には、水素結合が関与する。
- e) らせん状の構造の形成には、Ca²⁺が関与する。

問 16 下線部 (3) の例の記述として正しいものを a) ～e) のうちから全て選べ。

- a) 免疫グロブリンは、2本のH鎖と2本のL鎖が結合して形成されている。
- b) ある酵素のタンパク質は、補酵素と結合すると活性をもつ。
- c) あるタンパク質は、合成された後に糖が結合する。
- d) ヘモグロビンには、ヘムと呼ばれる鉄分子をもつ構造が結合している。
- e) アクアポリンは、4つのポリペプチドが結合して形成される。

問 17 下線部 (4) の構造に関与するアミノ酸として正しいものを a) ～g) のうちから1つ選べ。

- a) アルギニン b) グルタミン酸 c) システイン d) セリン
- e) チロシン f) トリプトファン g) メチオニン

問 18 多くの酵素は、その酵素がはたらく条件下で高い活性を示す。ペプシン、トリプシン、唾液アミラーゼは、いずれも食物の分解にはたらく酵素である。3つの酵素を最適 pH が高い順に並べて記せ。

問 19 細胞接着に関わるカドヘリンのはたらきに関する記述として正しいものを a) ~f) のうちから全て選べ。

- a) 密着結合に関与している。
- b) デスモソームに関与している。
- c) 接着結合に関与している。
- d) ギャップ結合に関与している。
- e) 同種のカドヘリン同士が結合して細胞が接着する。
- f) 1分子のカドヘリンの両端が細胞膜と結合して細胞が接着する。

4 植物の環境応答に関する次の文章を読み、以下の問 20～問 29 に答えよ。

文章 固着生活を営む植物は、様々な構造を発達させて乾燥した陸上環境に適応している。その一例が、
(1) 葉の表層におけるクチクラの形成である。クチクラは植物体が により水分を損失することを防いでいる。もう一例は、葉の 組織における気孔の形成である。気孔は一对の孔辺細胞によって形成された開口部のことで、(2) 孔辺細胞の変形により可逆的に開閉を繰り返し、大気と植物体の中の気体の出入りを調節している。気孔の開閉は、(3) 外界の環境要因や植物体内でつくられる物質によって複雑に制御されている。

土壌の水分が低下すると、植物はまず根で水分不足を感知する。すると、植物ホルモンの1つである(4) アブシシン酸が植物体内で合成される。アブシシン酸は孔辺細胞にはたらきかけ、孔辺細胞内の膨圧の を引き起こす。その結果、気孔は閉じ、植物体は過剰な水分の損失から守られる。また、大気中のCO₂濃度が高い時も気孔は閉じる方向に制御される。CO₂の取り込みが制限されると、 などの代謝の調節が影響を受ける。

では、アブシシン酸はどのように植物体内ではたらいっているのだろうか。これを調べるために、図1のように、トマトの野生型とアブシシン酸合成不全変異体（以下、変異体と呼ぶ）を用いて、シュートと根の間で接ぎ木実験が行われた。野生型、変異体、および接ぎ木を施した2種の植物の計4種を乾燥ストレス（土壌の水分低下）状態におき、葉の気孔の開度を計測したところ、図2の結果が得られた。変異体では、乾燥ストレスに対する気孔の応答は観察されなかった。図2より、植物体内でアブシシン酸が合成される部位は であることが推測された。また、植物が気孔を閉じるためには、 であることがわかった。

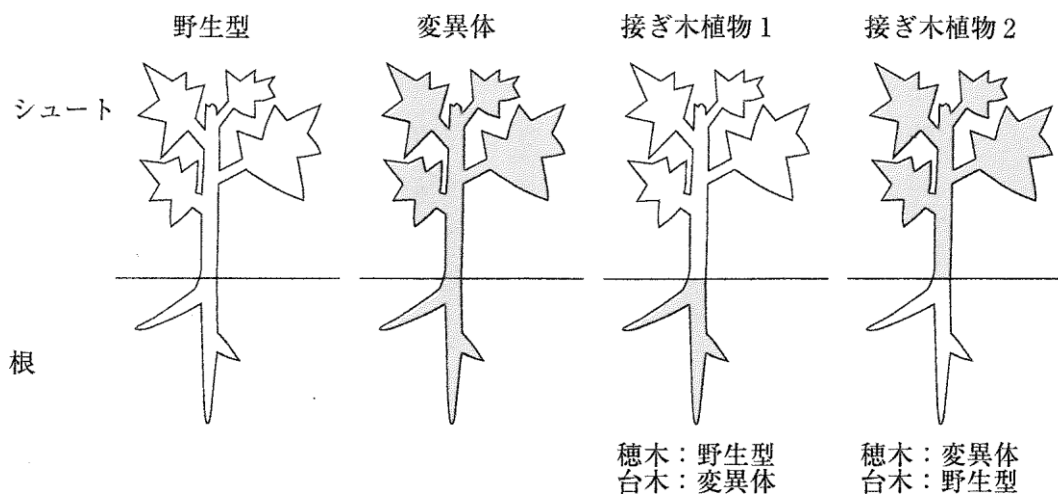
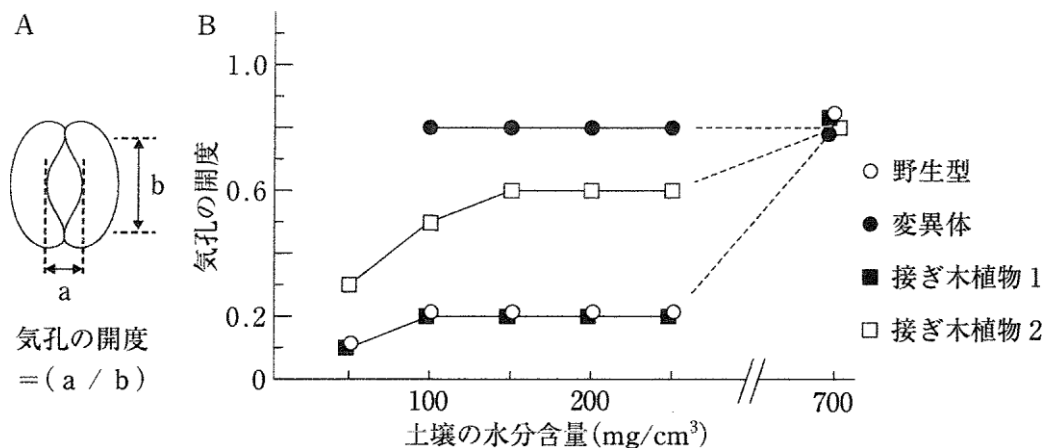


図1 トマトの接ぎ木実験



A. 気孔の開度の測定

B. 土壤の水分含量(横軸)と4種の植物における葉の気孔の開度(縦軸)

図2 乾燥ストレス時における葉の気孔の開度

問20 下線部(1)について、クチクラの形成の説明として最も適切なものをa)～e)のうちから1つ選べ。

- a) クチクラは、葉の細胞が脱分化してできたものである。
- b) クチクラは、葉の細胞が分化してできたものである。
- c) クチクラは、葉の細胞が増殖してできたものである。
- d) クチクラは、葉の細胞の分解物である。
- e) クチクラは、葉の細胞の分泌物である。

問21 アにあてはまる語として最も適切なものをa)～e)のうちから1つ選べ。

- a) 光合成
- b) 呼吸
- c) 蒸散
- d) 浸透圧
- e) 転流

問22 イにあてはまる語として最も適切なものをa)～e)のうちから1つ選べ。

- a) 維管束
- b) 柔
- c) 表皮
- d) 分裂
- e) 葉肉

問23 下線部(2)について、気孔開口時に孔辺細胞で起こる反応として適切なものをa)～f)のうちから全て選べ。

- a) カリウムイオンが孔辺細胞の内部から外部へ流出する。
- b) プロトンが孔辺細胞の内部から外部へ流出する。
- c) 水分子が孔辺細胞の内部から外部へ流出する。
- d) カリウムイオンが孔辺細胞の外部から内部へ流入する。
- e) プロトンが孔辺細胞の外部から内部へ流入する。
- f) 水分子が孔辺細胞の外部から内部へ流入する。

問 24 下線部 (3) について、気孔の開閉に影響を与える因子として適切なものを a) ~g) のうちから全
て選べ。

- a) エチレン b) 遠赤色光 c) オーキシシン d) 酸素
- e) 紫外線 f) 青色光 g) 二酸化炭素

問 25 下線部 (4) のアブシシン酸の作用として適切なものを a) ~e) のうちから全て選べ。

- a) カルスの形成を促進する。
- b) 茎の肥大を促進する。
- c) 側芽の成長を抑制する。
- d) 種子の発芽を抑制する。
- e) 葉の老化を促進する。

問 26 にあてはまる語として適切なものを a) と b) のうちから選べ。

- a) 上昇 b) 低下

問 27 にあてはまる語として適切なものを a) ~e) のうちから全て選べ。

- a) カルビン・ベンソン回路 b) クエン酸回路 c) 窒素固定
- d) デンプン合成 e) 発酵

問 28 図 2 のグラフをもとに、 にあてはまる最も適切な語を記せ。

問 29 図 2 のグラフをもとに、 にあてはまる結論を 1 行程度で記せ。

5 動物の行動に関する次の文章を読み、以下の問 30～問 35 に答えよ。

文章 アメフラシ（図 1）は、接触刺激を水管に与えるとえらを引っ込める。これを、えら引っ込め反射という。接触刺激をくり返し与えると、えらの引っ込め方はしだいに小さくなり、やがてえらをほとんど動かさなくなる。これは **ア** と呼ばれる単純な **イ** である。**ア** を起こしたアメフラシの尾部に電気ショックを与えると、水管の接触刺激によるえら引っ込め反射が回復する。これを **ウ** という。さらに強い電気ショックを与えると、ふつうでは引っ込めないほどの水管への弱い刺激でもえらを引っ込めるようになる。これを **エ** という。

図 2 は、えら引っ込め反射に関係するアメフラシの神経系の一部を示している。**ア** は、
 (1) 刺激をくり返すことによって水管の刺激を伝える感覚ニューロンの神経終末から放出される神経伝達物質の量がしだいに減少していくために起こる。 **ウ** と **エ** は、尾部の刺激を伝える感覚ニューロンからの情報を受けた介在ニューロンが、水管の感覚ニューロンの神経終末とシナプスを形成して、水管の感覚ニューロンの反応を増強させることにより起こる。この介在ニューロンは、神経伝達物質であるセロトニンを放出する。(2) セロトニンを受容した感覚ニューロンでは、cAMP がつくられ、cAMP はタンパク質をリン酸化するプロテインキナーゼ (PK) という酵素を活性化する。(3) ある種のカリウムチャンネルは PK によってリン酸化されると不活性化されるため、電位依存性カルシウムチャンネルから神経終末内に流入する Ca^{2+} の量が増える。(4) その結果、水管の感覚ニューロンからの神経伝達物質の放出量が増加し、伝達効率が高まる。尾部への刺激がさらにはくり返し与えられると、その刺激によって生じた PK が核内に移動して **オ** をリン酸化する。これによってタンパク質の合成が促進され、水管感覚ニューロンの軸索末端の形態変化により分岐が増加し、新しいシナプスが形成される。シナプスの数が増加することによって、カリウムチャンネルの不活性化が消失しても、反応がより起こりやすくなる長期の **エ** が起こる。

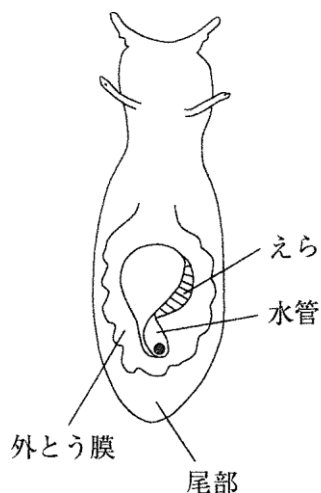


図 1

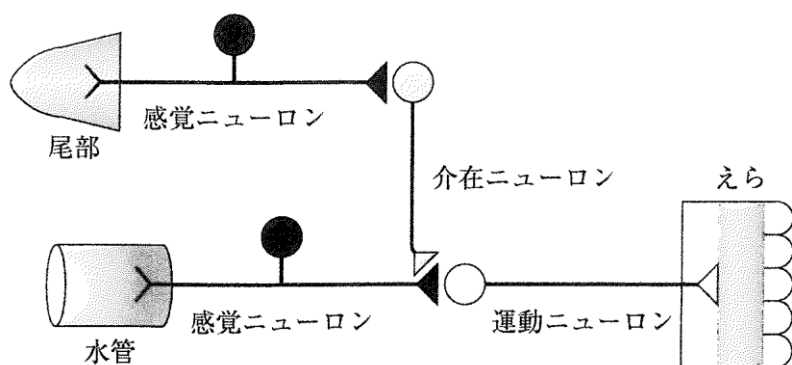


図 2

問 30 ～ にあてはまる最も適切な語を、それぞれ a)～h) のうちから 1 つ選べ。

ただし、同じ語を 2 回以上選択してはならない。

- a) 鋭敏化 b) 脱鋭敏化 c) 学習 d) 固定的動作パターン
- e) 刷り込み f) 走性 g) 慣れ h) 脱慣れ

問 31 にあてはまる最も適切な語を a)～e) のうちから 1 つ選べ。

- a) G タンパク質 b) 調節タンパク質
- c) DNA ポリメラーゼ d) モータータンパク質
- e) 輸送タンパク質

問 32 下線部 (1) が起こった時の運動ニューロンの反応の記述として適切なものを a)～e) のうちから 1 つ選べ。

- a) 興奮性シナプス後電位が減少する。
- b) 抑制性シナプス後電位が生じるようになる。
- c) 活動電位の振幅が減少する。
- d) 活動電位の持続時間が短くなる。
- e) 不応期が長くなる。

問 33 下線部 (2) について、セロトニンが感覚ニューロンに作用するしくみに関する記述として適切なものを a)～e) のうちから 1 つ選べ。

- a) イオンチャネル型受容体に結合する。
- b) 酵素型受容体に結合する。
- c) G タンパク質共役型受容体に結合する。
- d) 核内受容体に結合する。
- e) 受容体を介さずに作用する。

問 34 下線部 (3) について、 Ca^{2+} の流入量が増える理由として最も適切なものを a) ~f) のうちから 1 つ選べ。

- a) 活動電位において、静止電位から細胞内が正 (+) になる方向への膜電位の変化に遅延が起こるため、開くカルシウムチャネルの数が増える。
- b) 活動電位において、静止電位から細胞内が正 (+) になる方向への膜電位の変化に遅延が起こるため、カルシウムチャネルが開いている時間が長くなる。
- c) 活動電位において、細胞内が正 (+) の状態から静止電位に戻る方向への膜電位の変化に遅延が起こるため、開くカルシウムチャネルの数が増える。
- d) 活動電位において、細胞内が正 (+) の状態から静止電位に戻る方向への膜電位の変化に遅延が起こるため、カルシウムチャネルが開いている時間が長くなる。
- e) 活動電位において、静止電位から細胞内が正 (+) になる方向への膜電位の変化と、細胞内が正 (+) の状態から再び静止電位に戻る方向への膜電位の変化の両方に遅延が起こるため、開くカルシウムチャネルの数が増える。
- f) 活動電位において、静止電位から細胞内が正 (+) になる方向への膜電位の変化と、細胞内が正 (+) の状態から再び静止電位に戻る方向への膜電位の変化の両方に遅延が起こるため、カルシウムチャネルが開いている時間が長くなる。

問 35 下線部 (4) について、 Ca^{2+} のどのようなはたらきが神経伝達物質の放出量の増加と関係しているか。そのはたらきについての記述として最も適切なものを a) ~e) のうちから 1 つ選べ。

- a) 神経伝達物質の合成酵素を活性化する。
- b) 神経伝達物質の合成を阻害する酵素を不活性化する。
- c) 神経伝達物質のシナプス小胞への移動を促進する。
- d) シナプス間隙に放出された神経伝達物質のシナプス前膜への回収を促進する。
- e) シナプス小胞をシナプス前膜に融合させる。

【サンプル問題の出典】

上智大学 2019 年度一般入試 (学科別) 2 月 8 日実施分 1 生物 一部改題
(理工学部 物質生命理工学科、機能創造理工学科、情報理工学科)