

生 物

I 生命活動とエネルギーに関する次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

生体内で行われている化学反応の中で、簡単な物質から複雑な物質を合成してエネルギーを蓄える働きを といい、複雑な物質を二酸化炭素や水などに分解してエネルギーを取り出す働きを という。 の中で代表的な例は であり、 の中で代表的なものは である。 と のような生体内での化学反応全体を とよぶ。 によって取り出されたエネルギーは、すべての生物が共通にもつ ATP⁽¹⁾ という物質を介して受け渡される。

生体内の化学反応では、さまざまな酵素が働いている。おもに できている酵素は、化学反応に必要なエネルギーを低下させる物質であり、反応前後でそれ自体は変化しない。⁽²⁾ 酵素の活性部位と結合し、酵素の作用を受ける物質を という。活性部位と立体構造的にはまり込む としか、酵素は結合しない。この特性を という。酵素の反応速度は、温度や pH によって影響を受ける。反応速度が最も大きくなる温度や pH は、酵素によって異なる。反応速度が最も大きくなる温度を最適(至適)温度といい、pH を最適(至適)pH という。

問 1 文章中の空欄 (ア) ~ (ク) にあてはまる最も適切な用語を、次の①~④の中から一つずつ選びマークしなさい。

- (ア)： ① 同化 ② 酸化 ③ 還元 ④ 異化
 (イ)： ① 同化 ② 酸化 ③ 還元 ④ 異化
 (ウ)： ① 呼吸 ② 代謝 ③ 光合成 ④ 加水分解
 (エ)： ① 呼吸 ② 代謝 ③ 光合成 ④ 加水分解
 (オ)： ① 呼吸 ② 代謝 ③ 光合成 ④ 加水分解
 (カ)： ① 糖質 ② 脂質 ③ 核酸 ④ タンパク質
 (キ)： ① 抗原 ② 補体 ③ 受容体 ④ 基質
 (ク)： ① 作用特異性 ② 結合特異性
 ③ 反応特異性 ④ 基質特異性

問 2 下線部(1)に示した ATP の構造を、図 1 に模式的に示した。図 1 中の物質(A)と物質(B)の組み合わせとして最も適切なものを、次の①~④の中から一つ選びマークしなさい。



図 1 ATP 構造の模式図

- ① (A) リボース———(B) アデニン
 ② (A) アデニン———(B) デオキシリボース
 ③ (A) デオキシリボース———(B) アデニン
 ④ (A) アデニン———(B) リボース

問 3 下線部(2)の特性をもつ物質の総称として最も適切なものを，次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① 抗体 ② 触媒 ③ 補体 ④ サイトカイン

問 4 過酸化水素水の中に肝臓の切片を入れたところ，液中で気泡が発生した。この気泡を形成した気体として最も適切なものを，次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① 酸素 ② 二酸化炭素 ③ 窒素 ④ アンモニア

問 5 ヒトの消化酵素の中で，最適(至適)pHが最も低い酵素を，次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① アミラーゼ ② トリプシン ③ ペプシン ④ リパーゼ

問 6 DNA合成に関与する酵素が存在しない細胞小器官として最も適切なものを，次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① 葉緑体 ② 核
③ ミトコンドリア ④ リボソーム

II 体内環境の調節に関する次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

ヒトの体内環境は、自律神経系とホルモンによって調節されている。□(ア)神経系に属する自律神経系は、交感神経と副交感神経に分かれる。交感神経は脊髄から、副交感神経は中脳、延髄、および脊髄の下部から出て各器官に分布する。各器官の働きを調節するために、交感神経の末端からは神経伝達物質として□(イ)が分泌され、副交感神経からは□(ウ)が分泌される。

ホルモンは、内分泌腺から血液中に放出され、血液の循環とともに全身に行き渡⁽¹⁾る。ホルモンには、低濃度でも特定の□(エ)に作用するという特徴がある。ホルモンによって情報を伝え、体内環境を調節する器官や組織の集まりを□(オ)という。

自律神経系の働きは□(カ)によって調節され、内臓や血管系に直接作用する。また、内分泌腺に作用してホルモンの分泌量を調節する。体温、血糖値、体液濃度などの体内環境に変化が生じると□(カ)で興奮が起こり、この興奮の信号が自律神経系によって体内のさまざまな場所に伝えられる。そして、自律神経系と⁽²⁾ホルモンが協同して全身を調節することで、体内環境が一定に維持される。

問 1 文章中の空欄□(ア)～□(ウ)にあてはまる用語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑥の中から一つ選びマークしなさい。

- | | | | |
|---|--------|--------------|--------------|
| ① | (ア) 中枢 | (イ) ノルアドレナリン | (ウ) アドレナリン |
| ② | (ア) 中枢 | (イ) アセチルコリン | (ウ) ノルアドレナリン |
| ③ | (ア) 中枢 | (イ) アセチルコリン | (ウ) アドレナリン |
| ④ | (ア) 末梢 | (イ) アドレナリン | (ウ) ノルアドレナリン |
| ⑤ | (ア) 末梢 | (イ) ノルアドレナリン | (ウ) アセチルコリン |
| ⑥ | (ア) 末梢 | (イ) アドレナリン | (ウ) アセチルコリン |

問 2 文章中の空欄 (エ) ～ (カ) にあてはまる用語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑥の中から一つ選びマークしなさい。

- ① (エ) 神経細胞 (オ) 内分泌系 (カ) 小脳
- ② (エ) 神経細胞 (オ) 循環系 (カ) 視床下部
- ③ (エ) 標的細胞 (オ) リンパ系 (カ) 小脳
- ④ (エ) 標的細胞 (オ) 内分泌系 (カ) 視床下部
- ⑤ (エ) 神経分泌細胞 (オ) 循環系 (カ) 視床下部
- ⑥ (エ) 神経分泌細胞 (オ) リンパ系 (カ) 小脳

問 3 器官や組織に及ぼす自律神経系の作用を、表1にまとめた。表1の空欄 (a) ～ (f) にあてはまる用語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑥の中から一つ選びマークしなさい。

表1 器官や組織に及ぼす自律神経系の作用

	瞳孔	心臓(拍動)	胃・小腸(ぜん動)
交感神経	(a)	(b)	(c)
副交感神経	(d)	(e)	(f)

- ① (a) 縮小 (b) 抑制 (c) 抑制 (d) 拡大 (e) 促進 (f) 促進
- ② (a) 縮小 (b) 抑制 (c) 促進 (d) 拡大 (e) 促進 (f) 抑制
- ③ (a) 縮小 (b) 促進 (c) 抑制 (d) 拡大 (e) 抑制 (f) 促進
- ④ (a) 拡大 (b) 促進 (c) 促進 (d) 縮小 (e) 抑制 (f) 抑制
- ⑤ (a) 拡大 (b) 促進 (c) 抑制 (d) 縮小 (e) 抑制 (f) 促進
- ⑥ (a) 拡大 (b) 抑制 (c) 促進 (d) 縮小 (e) 促進 (f) 抑制

問 4 自律神経系やホルモンの作用として誤っているものを，次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① 交感神経の働きによって，立毛筋が収縮する。
- ② 糖質コルチコイドの働きによって，タンパク質からのグルコース合成が促進される。
- ③ アドレナリンの働きによって，肝臓でグリコーゲンの合成が促進される。
- ④ チロキシンの働きによって，細胞における酸素の消費が増大して代謝が促進される。

問 5 下線部(1)のホルモンに関する記述として最も適切なものを，次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① グルカゴンは，細胞膜を通過することができない。
- ② バソプレシンによって腎臓の細尿管(腎細管)で水分が再吸収されると，血圧が下がる。
- ③ ステロイドホルモンの一つであるチロキシンは，細胞膜を通過することができる。
- ④ 甲状腺で産生されるチロキシンがフィードバックすることで，脳下垂体後葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌が抑制される。

問 6 下線部(2)に関連して，体温の調節に関する内容として最も適しているものを，次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① 体温が上昇すると，交感神経が作用して皮膚の毛細血管が収縮する。
- ② 体温が上昇すると，副交感神経が作用して汗の分泌量が増加する。
- ③ 体温が低下すると，チロキシンが体の各組織の代謝を活性化する。
- ④ 体温が低下すると，副交感神経が作用して皮膚の毛細血管が収縮する。

問 7 下線部(2)に関連して、血糖値の調節に関する内容として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① 血糖値が低下すると、すい臓のランゲルハンス島の A 細胞からグルカゴンが分泌される。
- ② 血糖値が上昇すると、すい臓のランゲルハンス島の B 細胞からインスリンが分泌される。
- ③ 血糖値が低下すると、副腎髄質からアドレナリンが分泌される。
- ④ 血糖値が上昇すると、脳下垂体前葉から成長ホルモンが分泌される。

問 8 食事の 1 時間前から 4 時間後までの血糖値の変化を、糖尿病患者と健常者で比較した。図 2 に示すように、糖尿病患者の血糖値のほうが、健常者よりも高かった。また、食事の 1 時間前から 4 時間後における血中インスリン濃度の変化を、図 3 の(A), (B), および(C)に示す。これらのグラフは、糖尿病患者あるいは健常者のいずれかを示したものである。グラフ(A), (B), および(C)に両者をあてはめる組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑥の中から一つ選びマークしなさい。

- ① (A) 糖尿病患者 (B) 健常者 (C) 糖尿病患者
- ② (A) 糖尿病患者 (B) 健常者 (C) 健常者
- ③ (A) 糖尿病患者 (B) 糖尿病患者 (C) 健常者
- ④ (A) 健常者 (B) 健常者 (C) 糖尿病患者
- ⑤ (A) 健常者 (B) 糖尿病患者 (C) 健常者
- ⑥ (A) 健常者 (B) 糖尿病患者 (C) 糖尿病患者

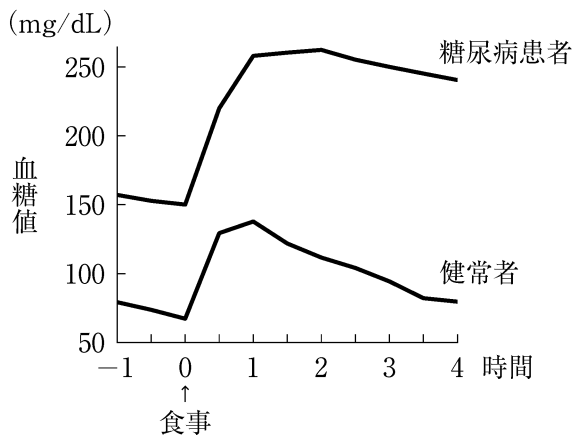


図2 食前および食後の血糖値の変化

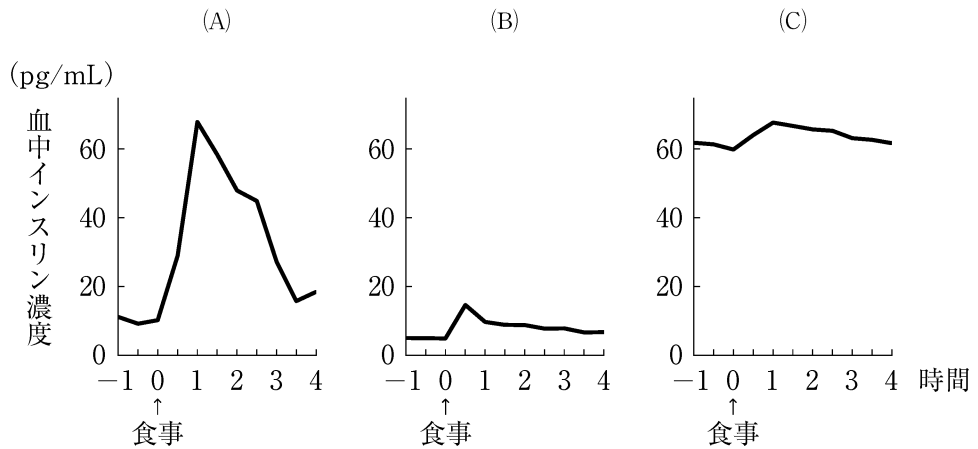


図3 食前および食後の血中インスリン濃度の変化

Ⅲ 刺激の受容と反応に関する次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

ヒトの神経系を構成する基本単位であるニューロンは、核のある細胞体とそこから伸びる突起からできている。枝分かれした短い突起を **(ア)** といい、長く伸びた突起を **(イ)** という。ニューロンの周囲には、その機能を助けるさまざまな支持細胞があり、これらをまとめて **(ウ)** 細胞とよぶ。 **(イ)** は神経繊維ともいわれ、末梢神経系では **(エ)** 細胞が幾重にも巻き付いて **(オ)** を形成している。 **(オ)** を有する神経繊維を有髄神経繊維といい、 **(オ)** をもたない神経繊維を無髄神経繊維という。有髄神経繊維では、興奮がランビエ絞輪を跳躍するように伝導するので、無髄神経繊維に比べて電気的信号の伝導速度が速い。

ニューロンの細胞膜には、特定のイオンだけを通すイオンチャネルがある。
(1) ニューロンが刺激を受けると、イオンチャネルの開閉によって細胞膜内外の電位が瞬間的に逆転し、やがて元に戻る。このときに生じる一連の電位変化を、活動電位という。刺激が弱いときはニューロンが興奮しないが、ある強さ以上になると活動電位が生じる。しかしながら、その強さ以上に刺激を強くしても、反応の大きさ(活動電位の振幅)は変わらない。このような特性を、『全か無かの法則』という。

ヒトは、受容器を介して外界からの刺激を受け取り、神経系でその情報を中枢に伝える。最終的に筋肉などの効果器に伝わると、刺激に応じた反応や行動が起こる。光の受容器である眼は、網膜にある視細胞で光の刺激を受容する。ヒトの視細胞には、色の識別に関与する **(カ)** と、明暗には反応するが色の識別には関与しない **(キ)** の2種類がある。

問 1 文章中の空欄 (ア) ～ (キ) にあてはまる用語として最も適切なものを、次の①～④の中から一つずつ選びマークしなさい。

- (ア)： ① 樹状突起 ② 軸索 ③ 髓鞘 ④ 神経鞘
(イ)： ① 樹状突起 ② 軸索 ③ 髓鞘 ④ 神経鞘
(ウ)： ① 神経 ② グリア ③ シュワン ④ 感覚
(エ)： ① 神経 ② グリア ③ シュワン ④ 感覚
(オ)： ① 樹状突起 ② 軸索 ③ 髓鞘 ④ 神経鞘
(カ)： ① 盲斑 ② 錐体細胞 ③ 虹彩 ④ かん体細胞
(キ)： ① 盲斑 ② 錐体細胞 ③ 虹彩 ④ かん体細胞

問 2 同じ長さの無髄神経繊維があると仮定したとき、電気信号の伝導速度に影響を及ぼす因子として最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① 細胞体の形状 ② 樹状突起の太さ
③ 神経繊維の太さ ④ 神経伝達物質の種類

問 3 ニューロンの活動による膜電位の経時的变化を測定し、その結果を図4に示した。

1) 図4の両矢印(a)～(d)の中で、活動電位の最大値を示す最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① (a) ② (b) ③ (c) ④ (d)

2) 下線部(1)に関連して、ニューロンの細胞膜には、表2に示す(i)~(iii)という3種類のイオンチャンネルが存在する。図4に示す時間帯(T)におけるイオンチャンネル(i)~(iii)の状態は、「開」または「閉」のどちらであるか。イオンチャンネルの状態の組み合わせとして最も適切なものを、表2の①~④の中から一つ選びマークしなさい。

表2 ニューロンの細胞膜にあるイオンチャンネルの開閉

	(i) 電位に依存するナトリウムチャンネル	(ii) 電位に依存するカリウムチャンネル	(iii) 電位に依存しないカリウムチャンネル
①	閉	閉	開
②	閉	開	閉
③	開	閉	開
④	開	開	閉

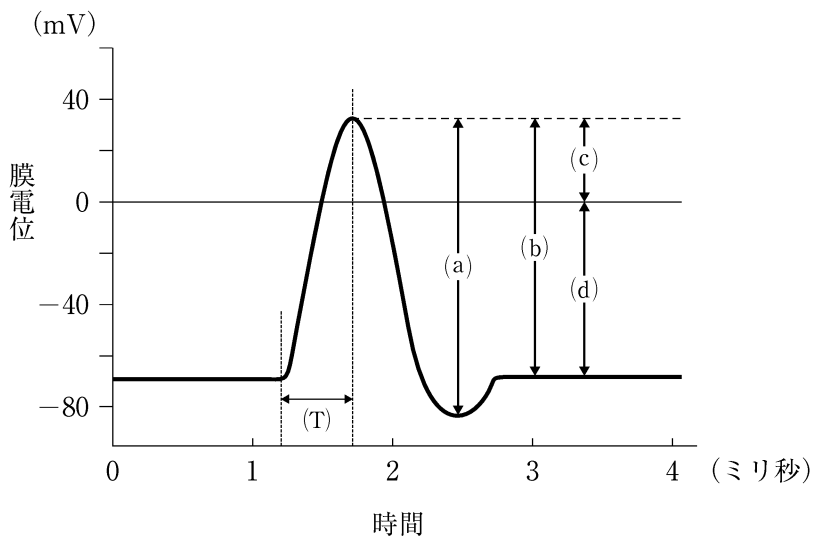


図4 ニューロンの活動による膜電位の変化

問 4 ニューロンが一定以上の刺激で興奮するとき、ヒトが刺激の強さの違いを感じるのはなぜか。最も適切な説明文を、次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① 強い刺激の場合は、一つひとつのニューロンの活動電位の最大値が大きくなるから。
- ② 強い刺激の場合は、より多くのニューロンが興奮するから。
- ③ 刺激の強さにより、分泌される神経伝達物質の種類が異なるから。
- ④ 刺激の強さを感じるための効果器があるから。

問 5 ヒトの眼は、物体までの距離に応じて水晶体の厚さを変え、焦点の位置を調節する。近くのをみるときの毛様筋、チン小帯、および水晶体の変化に関して最も適切な組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

	毛様筋	チン小帯	水晶体
①	収縮する	緊張する	厚くなる
②	収縮する	ゆるむ	厚くなる
③	弛緩する	緊張する	薄くなる
④	弛緩する	ゆるむ	薄くなる

IV バイオテクノロジーに関する次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

ある生物の遺伝子の DNA 断片を、別の生物の DNA につなぎ込む技術を遺伝子組換えという。遺伝子組換え技術で目的の DNA 断片を切り出すために用いられる は、DNA 上の特定の塩基配列を認識して切断する酵素である。同じ で切断した二種類の DNA 断片を混合し、 という酵素を作用させると、DNA 断片どうしが連結される。

特定の遺伝子について研究するには、生物のゲノムから目的の遺伝子を単離し、増幅する必要がある。DNA 断片を増幅することを といい、遺伝子組換えを応用して行うことができる。その場合、目的の遺伝子を組込んだベクターを に取り込ませ、増殖させて遺伝子を増やす。近年では、この方法以外に を利用して目的の遺伝子を増やす PCR 法が開発され、広く用いられるようになった。

PCR 法では、増幅させたい遺伝子領域と相補的に結合する DNA 配列をもつ 2 種類の を予め準備しておく必要がある。増幅させたい DNA 断片、 , , および 4 種類の を試験管内で反応させることで、目的の DNA が増幅できる。この反応を繰り返すことによって、PCR 法では短時間で多量の遺伝子断片を得ることができる。

問 1 文章中の空欄 (ア) ～ (キ) にあてはまる最も適切な用語を、次の①～④の中から一つずつ選びマークしなさい。

- (ア)： ① 制限酵素 ② 還元酵素 ③ 転移酵素 ④ 酸化酵素
- (イ)： ① DNA ヘリカーゼ ② DNA リガーゼ
③ DNA ポリメラーゼ ④ RNA ポリメラーゼ
- (ウ)： ① ゲノム編集 ② 初期化
③ トランスジェニック ④ クローニング
- (エ)： ① ミトコンドリア ② マクロファージ
③ マウス ④ 大腸菌
- (オ)： ① DNA ヘリカーゼ ② DNA リガーゼ
③ DNA ポリメラーゼ ④ RNA ポリメラーゼ
- (カ)： ① プライマー ② 岡崎フラグメント
③ 蛍光色素 ④ ATP
- (キ)： ① ヌクレオチド ② ヌクレオシド
③ トランスファーRNA ④ 蛍光色素

問 2 植物に遺伝子を導入するときに用いる細菌として最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① 根粒菌 ② シアノバクテリア
③ アグロバクテリウム ④ 細胞性粘菌

問 3 個体間にみられる一塩基単位の塩基配列の違いを表わす用語の略称として最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① CNP ② SNP ③ GAP ④ AMP

問 4 サンガーが開発した DNA の塩基配列解析法は、DNA 断片をある方法で分離することを基本原理にしている。その方法として最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① 樹脂吸着法 ② 電気泳動法 ③ 溶媒抽出法 ④ 遠心分離法

問 5 小型の環状二本鎖 DNA の形態で、自己増殖能をもつベクターの名称として最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選びマークしなさい。

- ① ミトコンドリア DNA ② アゾトバクター
③ テロメア ④ プラスミド