

平成19年度入学試験問題（前期日程）

理 科
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	5 ページまで
化 学	6 ページから	8 ページまで
生 物	9 ページから	12 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

生 物

1 次の文章を読んで以下の各問に答えなさい。(25点)

細胞膜は、一般に、リン脂質とタンパク質から構成されている。膜を構成しているタンパク質には、ホルモンなどを細胞外部から受け取る分子である受容体、能動輸送に関わるイオンポンプ、受動輸送に関わるイオンチャネルなどが存在し、これらは総称して膜タンパク質と呼ばれる。

このような膜タンパク質の性質は、一般的な酵素の性質と対応させて考えるとわかりやすい。一般の酵素の場合には、「かぎ」と「かぎあな」の関係のように、受け取ることができる基質の種類が限定されている。この性質を (a) と呼ぶ。受容体においても、それぞれの分子が受け取ることができるホルモンなどの種類が限定されている。また、酵素が基質と結合する「かぎあな」のような場所を (b) と呼ぶが、受容体においても、外部からの分子と結合する同様の場所が存在する。

神経細胞では、刺激の受容には受容体が、刺激の伝達にはイオンチャネルが利用されている。神経細胞の軸索において細胞外部と細胞内部のイオン分布が逆転することで電気的なシグナルが伝わっていく。このような神経細胞の興奮にともなう電気的なシグナルを (c) と呼ぶ。神経細胞では、(c) が軸索の末端まで伝達されると、その情報を次の細胞へと伝達しなければならない。そのときに軸索の末端から放出される物質を一般に (d) と呼ぶ。(d)のうち、特に脊椎動物の運動神経から放出され、筋肉の興奮を引き起こす物質が (e) である。この物質は、筋肉の表面に存在する受容体によって受け取られ、その結果、イオンチャネルが活性化され、筋の細胞膜が興奮する。これに反応して筋小胞体から (f) イオンが放出されると、(g) の分解によって放出されるエネルギーを用いて筋肉は収縮する。

免疫系の細胞は、病原菌などの外敵から個体を守るために、細胞膜の機能を巧みに利用している。自己の体内には存在しない物質で、抗体をつくらせる原因となる物質を (h) と呼ぶ。(h) となる物質はマクロファージなどの細胞に取り込まれ、断片化されて細胞膜表面に提示される。断片化された物質はリンパ球の一種によって受容体を介して認識され、続いてこのリンパ球は別のリンパ球の一種である (i) を活性化する。活性化された (i) は、抗体を産生するようになる。

このように、膜タンパク質は、後生動物の神経系、筋肉系、免疫系などの機能に幅広く用いられている。一方、原生動物では、膜タンパク質は後生動物ほどには発達していない。

問 1 文章中の (a) ~ (i) に最も適切な語句を、以下の(ア)~(ホ)の語群から選び、記号で答えなさい。

〔語 群〕

- | | | | |
|-------------|--------------|------------|------------|
| (ア) AMP | (イ) ADP | (ウ) ATP | (エ) ポリペプチド |
| (オ) アセチルコリン | (カ) インスリン | (キ) アドレナリン | (ク) アンモニウム |
| (ケ) ナトリウム | (コ) カリウム | (サ) カルシウム | (シ) マグネシウム |
| (ス) 免疫グロブリン | (セ) 神経分泌ホルモン | (ソ) T細胞 | (タ) B細胞 |
| (チ) 幹細胞 | (ツ) かん体細胞 | (テ) 変性 | (ト) 抗原 |
| (ナ) 補酵素 | (ニ) 静止電位 | (ヌ) 活動電位 | (ネ) 膜電位 |
| (ノ) 立体構造 | (ハ) 活性部位 | (ヒ) 基質特異性 | (フ) 細胞質基質 |
| (ヘ) 神経伝達物質 | (ホ) 酵素-基質複合体 | | |

問 2 神経細胞の細胞膜の性質に関して、正しいものには○、誤っているものには×を記入しなさい。

- ① 細胞膜は特定の分子やイオンを選択的に透過させることができる。
- ② 細胞膜は能動輸送と受動輸送の両方を行うことができる。
- ③ 能動輸送では、イオンの濃度勾配に従ってイオンが移動する。
- ④ ナトリウムチャネルはナトリウムイオンを選択的に透過させる。
- ⑤ ナトリウムポンプは細胞外からナトリウムイオンを取り込む。

問 3 文章中の下線部(1)に関連して、筋肉の表面には、受容体とイオンチャネルの二つの機能を同一分子内の異なった部分にもつ膜タンパク質が知られている。この膜タンパク質分子の機能に最も近い性質を示す現象を(ア)~(オ)の中から一つだけ選び、記号で答えなさい。

- (ア) ヘモグロビンは4個の単位(ポリペプチド)からなり、そのうちの1個に酸素が結合すると、他の3個は酸素と結合しやすくなる。
- (イ) 抗体の可変部のアミノ酸配列は、抗体の種類によって異なる。
- (ウ) アミラーゼはデンプンの分解反応を、マルターゼはマルトースの分解反応を触媒するが、アミラーゼはマルトースの分解反応を触媒することはできない。
- (エ) 胃で働くタンパク質分解酵素であるペプシンはpH 2で最も活性が高い。
- (オ) 筋原繊維はミオシンとアクチンの2種類のタンパク質から構成されている。

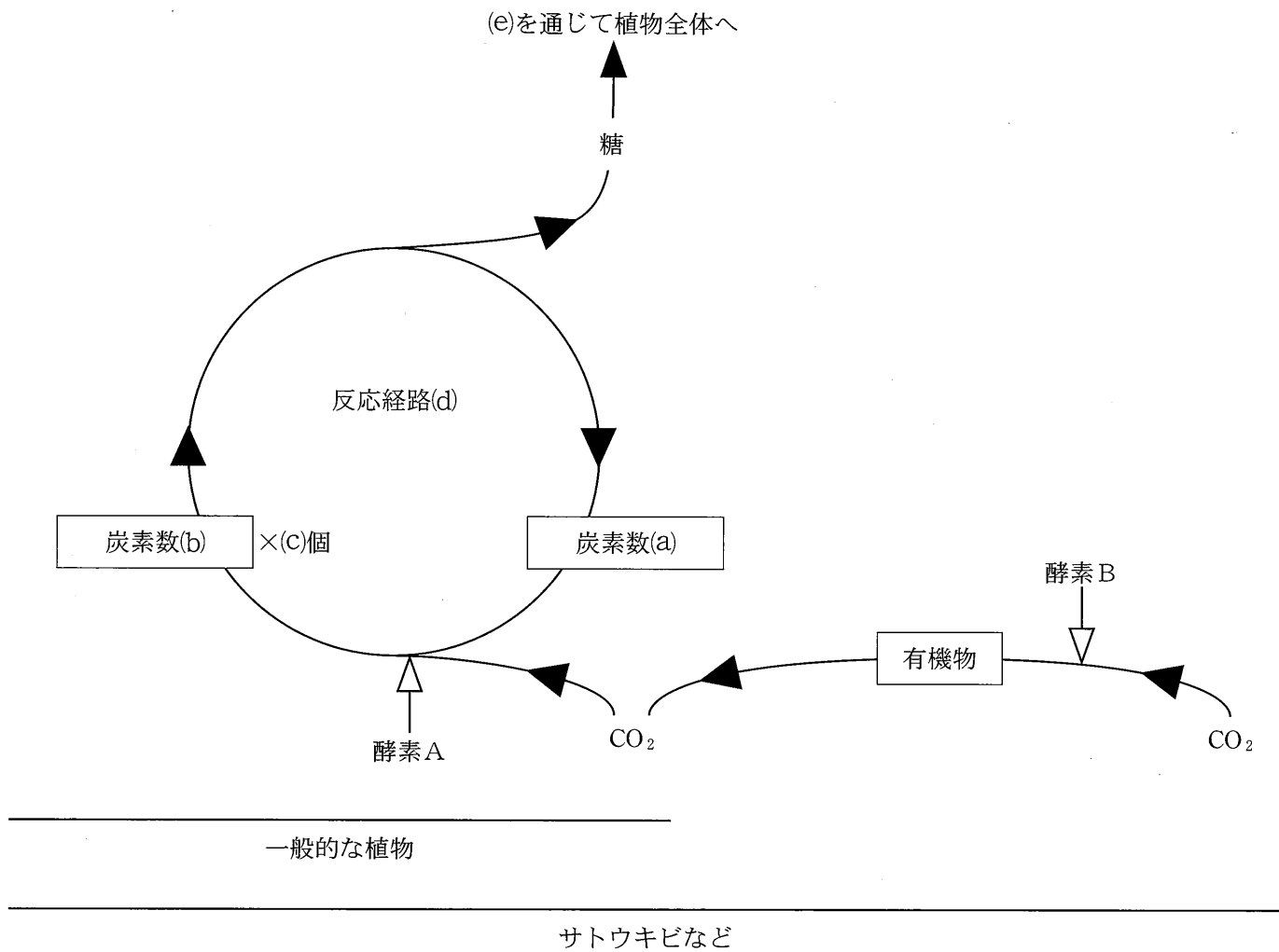
問 4 文章中の下線部(2)から考えて、後生動物への進化の際に、膜タンパク質の発達が必要不可欠であったと推測される。「多細胞」、「恒常性」という二つの語句を用いて、その理由を説明しなさい。

2 次の文章を読んで、図を参考にしながら以下の各問に答えなさい。(25点)

サトウキビはウチナーグチ(沖縄方言)でウージと呼ばれ、黒糖の原料としてはもちろんのこと、織物の染色(ウージ染め)にも葉の煮汁が利用されるなど、沖縄産の植物として代表的なものの一つである。サトウキビは、作物の中で最も生産性の高い植物であると言われ、熱帯または亜熱帯の高温と強光の下、炭素量にして1日1m²当たり11gもの炭酸同化を行う。このような高い生産性は、どのようにして可能になるのだろうか。

植物は葉の表皮にある気孔を開くことにより、水分と酸素を放出し、同時に外界から二酸化炭素を取り込む。一般的な植物の場合、気孔から葉緑体のストロマに取り込まれた二酸化炭素1分子は、まず酵素Aの働きによって炭素数 (a) の化合物と反応する。その結果炭素数 (b) の化合物 (c) 個が合成される。炭素数 (b) の化合物の大部分はチラ⁽¹⁾コイド膜での光合成反応で生成されたATPと還元力を利用した一連の酵素反応によって、炭素数 (a) の化合物として再利用される。こうして一巡する酵素反応経路を (d) と呼ぶ。炭素数 (b) の化合物の一部は、(d) の途中で糖に変換される。

一方、サトウキビでは、気孔から取り込まれた二酸化炭素は、葉肉(さく状組織と海綿状組織から成る葉の柔組織)の細胞において、酵素Aよりも二酸化炭素を結合する能力の高い別の酵素Bによって有機物に変換される。これらの植物の葉肉細胞では⁽²⁾酵素Aは存在せず、酵素Bの働きが盛んである。この有機物は、維管束の周りを取り囲むように配置された特殊な細胞(維管束鞘細胞^{しょう}という)へと送られ、この細胞の中で二酸化炭素を放出する。維管束鞘細胞の葉緑体では酵素Aが活発に働くため、放出された二酸化炭素は、酵素Aの作用によって (d) へと送り込まれる。その結果、維管束鞘細胞で糖の合成が活発に起こる。ここで合成された糖は隣接した維管束に送られ、維管束の中の (e) を通じて植物全体へと運ばれる。このようなサトウキビ型の炭酸同化を行う植物は、高温や乾燥への耐性が高いことで知られている。



注：(a)~(e)は文章中のものと同一である

図

問 1 下記の語群(ア)～(ト)から、文章中の (a) ～ (e) に当てはまるものを一つ選び、記号で答えなさい。ただし、同一の記号を二回以上使用してもよい。

〔語 群〕

- | | | | | |
|-------------|-----------|-----------------|-------|--------|
| (ア) 1 | (イ) 2 | (ウ) 3 | (エ) 4 | (オ) 5 |
| (カ) 6 | (キ) 7 | (ク) 8 | (ケ) 9 | (コ) 10 |
| (サ) アルコール発酵 | (シ) 解糖系 | (ス) カルビン・ベンソン回路 | | |
| (セ) クエン酸回路 | (ソ) 電子伝達系 | (タ) 形成層 | | |
| (チ) 根 毛 | (ツ) 師 管 | (テ) 道 管 | | |
| (ト) 分裂組織 | | | | |

問 2 下線部(1)においては、まずチラコイド膜に含まれる色素が光エネルギーを吸収して活性化し(光化学反応)、続いてチラコイド膜で「ある物質」が分解されて酸素を発生する。これらの色素および物質の名前を記入しなさい。

問 3 下線部(2)について、サトウキビ型の光合成を行う植物は酵素 B を利用することにより、二酸化炭素の濃度が低い条件下でも高効率の炭酸同化を可能にしている。高温の地域や乾燥した地域において、酵素 B を利用した炭酸同化系をもつことの生育上の利点は何か。「気孔」、「蒸散」、「水分」という三つの語句を用いて、150 字以内で説明しなさい。