

生 物

1 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点 20)

生命の単位である細胞は基本的に核、細胞質、そして、それを囲む細胞膜で構成されている。ただし、核膜がないために核がはっきりみえない細胞もあり、そのような細胞からなる生物は と呼ばれている。また、植物では細胞膜のほかに があり、全体を囲んでいる。遺伝子は核に含まれており、分裂期の核にあらわれる に存在することがわかっている。細胞質には呼吸に関与する や、物質の分泌に関与する などの細胞小器官や生命活動に必要なさまざまな物質が含まれている。細胞膜は細胞全体をつつんで構造を維持するほか物質の出入りを調節するはたらきもしている。

単細胞生物は細胞自体が個体である。これに対して、多細胞生物の体はさまざまに分化した多数の細胞から構成されている。そして、多くの動物では精子と卵が受精した細胞から、また、被子植物では と が受精した細胞から多様な細胞がうみだされ、個体がつくられていく。

問1 文中の ～ に入る適切な語句を記入しなさい。

問2 文中の下線で示した細胞膜のはたらきを説明しなさい。

問3 (a)～(f)の中から単細胞生物を選び記号で答えなさい。

- (a) アメーバ (b) オウムガイ (c) ダニ
(d) クラゲ (e) ゾウリムシ (f) ワカメ

問 4 多細胞生物は多様な細胞からなりたっている。表 1 には細胞名, その機能, それに関わる分子名を示してある。 ~ に入る適切な語句を記入しなさい。

表 1

細胞名	機 能	分子名
リンパ球	免 疫	<input type="text" value="コ"/>
赤血球	<input type="text" value="ケ"/>	ヘモグロビン
筋細胞	運動(収縮)	<input type="text" value="サ"/>
<input type="text" value="ク"/>	血糖量の調節	インスリン

2 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点 20)

タンパク質を形づくっているアミノ酸は、基, 基(COOH), 水素原子(H)および側鎖(R)からなりたっている。タンパク質を構成するアミノ酸は、20種類に限られていて、各アミノ酸は、ペプチド結合によりたがいに結合している。このようにアミノ酸が長く鎖状につながってできる分子をという。は、おりたたまれて、いろいろな立体構造をとることにより、特有な機能を果たすことができる。例えば、酵素はその特定の部位すなわちにおいて基質と結合する。酵素が特定の基質にのみはたらきかける性質であるは、このの特有な立体構造にもとづいている。このようにタンパク質の機能の理解には、その立体構造の解明が必要であり、21世紀の生命科学の重要な課題になっている。

問1 , ～に最も適した語句を記入し、には最も適した化学式を記入しなさい。

問2 下線部に関して、タンパク質合成の過程を説明することにより、その理由を150字以内で説明しなさい。

問3 タンパク質に関して述べた次の文章の中から正しいものを3つ選び、記号で答えなさい。

- (a) タンパク質は、細胞の構造と機能を支えることにより、生命活動において中心的な役割を果たしている生体物質といえるが、エネルギー源にはならない。
- (b) ペプシンやトリプシンのような消化酵素は、タンパク質のペプチド結合を加水分解してより小さな分子にする。
- (c) タンパク質の立体構造が熱などによって変化し、構造や性質が変わることを「変性」とよぶ。タンパク質の中には、変性の要因を除くと、元の構造や性質を回復する能力があるものもある。

- (d) タンパク質が分解されるとアンモニアを生じるが、水中にすむ魚類は、アンモニアのまま排出する。アンモニアは、陸上生活する哺乳類では、肝臓で尿素に変えられ排出されるが、鳥類やハ虫類では、尿酸として排出される。
- (e) 一遺伝子一酵素説にあるように、すべての遺伝子は酵素の生成に関与している。

問 4 タンパク質を構成するアミノ酸は、窒素を含む化合物である。ところで、ほとんどの生物は、大気中の窒素を利用できない。大気中の窒素がアミノ酸の合成に利用される過程を 200 字以内で説明しなさい。なお、窒素、硝酸イオン、アミノ酸、植物、動物の言葉を必ず使いなさい。

3 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点 20)

遺伝子の情報はDNA中の塩基配列としておさめられており、塩基配列が親から子へ伝えられる際に変化することで突然変異が生じる。突然変異は生物の進化を進める原動力ともなる。現生の多様な生物は長い進化の歴史をへて生じたものであるが、それぞれの生物が共通に保持している遺伝子の塩基配列、または対応するアミノ酸配列を比較することによって、2つの系統が共通祖先から分岐して生じた時期を推定したり、複数の生物間の類縁関係を推測することができる。類縁関係が近ければ配列の類似性も高くなる。ただし、比較する遺伝子(タンパク質)によって配列の類似性は大きく異なる。

表1は2種類の動物系統について、タンパク質Aのアミノ酸配列が一致する率(単位は%)と、両系統が共通祖先から分岐した時期(単位は100万年前)をあらわしたものである。

表2は、ある遺伝子が作るタンパク質Bのアミノ酸配列を、マウス、メダカ、ハエ、コオロギ、クモ、生物X、生物Yについて比較したものである。

問1 20世紀初頭に、進化の理論として「突然変異説」を提唱した科学者の名前と、理論の根拠となった実験に用いた生物名を書きなさい。

問2 表1から、タンパク質Aのアミノ酸配列が一致する率と、2つの系統が共通祖先から分岐した時期の関係について説明しなさい。

問3 ヒトとチンパンジーのタンパク質Aを比較したところ、アミノ酸配列の99%が一致していた。ヒトとチンパンジーが分岐した時期を推定しなさい。

問4 表2のX、Yはそれぞれどのような種類の生物であると推測されるかを書き、その理由を説明しなさい。

表1 タンパク質Aのアミノ酸の配列が一致する率と系統の分岐時期

比較した系統	アミノ酸配列が一致する率(%)	系統の分岐時期 (単位：100 万年前)
硬骨魚類と四足動物	20	400
両生類と有羊膜類	30	350
有袋類と有胎盤類	70	150

表2 タンパク質Bのアミノ酸配列の比較

生物名	アミノ酸配列
マウス(ほ乳類)	M L T K V A W G R R K P Q Q N S E
メダカ(魚類)	M L L K V N W G R R K P Q Q E S E
ハエ(昆虫類)	M L F R I V W G R R R P P Q D S T
コオロギ(昆虫類)	M L F R I I W G R R R P P Q D S T
クモ(クモ類)	M L M R I D W G R R R P P Q Y S S
X	M L F R I L W G R R R P P Q D S T
Y	M L L K V A W G R R K P Q Q N S E

* * * * * * * *

(各アミノ酸はアルファベット1文字の略号で表している)

(表の下の*は、どの生物にも共通なアミノ酸を示す)

4 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点 20)

生物が存在していくうえで必要な染色体の最少のセットをゲノムという。この語はイネ科植物の種間雑種や倍数性種を用いた細胞遺伝学的研究から提唱された。近年、高等植物におけるゲノム研究はその詳細な構造の解明へと向かっている。イネでは、F₂集団の連鎖解析により詳細な染色体地図が作成され、耐病性や収量性などを支配する遺伝子の染色体上での位置を解明するために利用されている。また、イネ科に属する植物のゲノム構造の共通性を理解する上でも重要な役割を果たしている。さらに、20世紀末にはシロイヌナズナにおいて全ゲノムのDNA塩基配列が決定された。これは、メンデルの遺伝の法則の発見に匹敵する偉大な植物科学分野の研究成果といえる。今後、他の植物においても全ゲノムのDNA塩基配列が明らかになり、植物の多様性や人類の生活に深く関係した植物遺伝子の全体像がみえるようになると考えられている。

問1 イネ科に属する植物を次の中から2つ選び、記号で答えなさい。

- (a) ハクサイ (b) トウモロコシ (c) エンドウ (d) オランダイチゴ
(e) コムギ (f) サクラ (g) バラ (h) トマト

問2 メンデルが選んだエンドウの7対の対立形質のなかで、種子の形と子葉の色に関する対立形質は、たまたまそれぞれ異なる染色体にある遺伝子によって支配されていた。もし、それらの形質を支配する遺伝子が同一染色体にあったとすると、メンデルの3つの遺伝の法則のいずれかは発見できなかったと思われる。その法則の名称を書きなさい。

問 3 ある個体の染色体数の基本になる数が三倍，四倍になるとき，このような個体を倍数体という。図 1 はある二倍体植物の染色体構成を示す模式図である。この植物の四倍体の染色体構成を示す模式図を図 1 にならって図示しなさい。

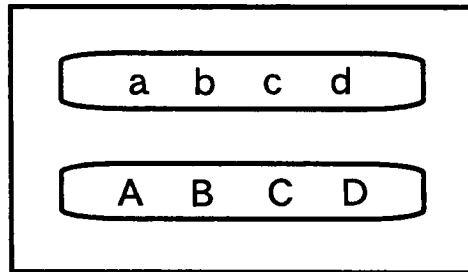


図 1

問 4 2つ以上の遺伝子が同一染色体上にあるとき，これらは連鎖しているという。遺伝子型 $A a B b C c$ をもつ植物から生じる配偶子の遺伝子型の頻度は，表 1 のようであった。連鎖している遺伝子はどれとどれか， $A \sim C$ の記号をつかって答えなさい。また，その理由を説明しなさい。

表 1

ABC	ABc	AbC	Abc	aBC	aBc	abC	abc
32	8	32	8	8	32	8	32

問 5 連鎖している遺伝子の組換えは、それらの距離が離れているほど起こりやすい。したがって、組換え価を計算すると、染色体上の遺伝子の相対的な位置関係を決めることができる。ある植物の遺伝子A, B, Cの検定交雑を行って、表2のような結果を得た。各交雑組合せの組換え価を算出して、**ア** ~ **ウ** に記入し、図2の染色体地図を完成しなさい。

表 2

交 雑 組 合 せ	分 離 個 体 数
$A a B b \times a a b b$	[AB][Ab][aB][ab] 181 19 21 179
$B b C c \times b b c c$	[BC][Bc][bC][bc] 70 26 29 95
$A a C c \times a a c c$	[AC][Ac][aC][ac] 131 25 20 124

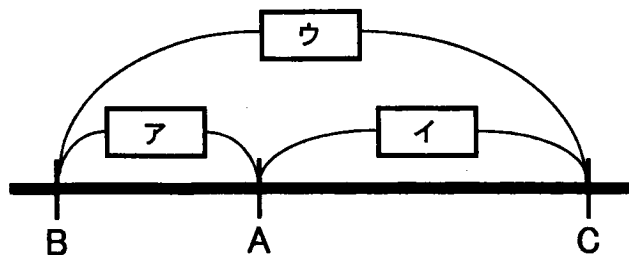


図 2

5 動物は行動することによって、外界の環境変化に対応し、生命を維持している。ミツバチが探し当てた蜜の位置を仲間に知らせる、8の字ダンスもそのような行動の1つである。そして行動は、たくさんの神経細胞によって構成されている神経系のはたらきがもとになっている。以下の行動と神経系に関する問1～4に答えなさい。(配点 20)

問1 動物の行動は、生まれながらに定まっている行動と、生まれてからの経験などを通して獲得した行動の2つに分けられる。その後者の行動様式の名称を書きなさい。

問2 ミツバチは蜜が遠くにあるときは、図1のように巣の中で8の字の形を描きながら走り回り、8の字の中央線の方向によって、蜜のある方向を示す。

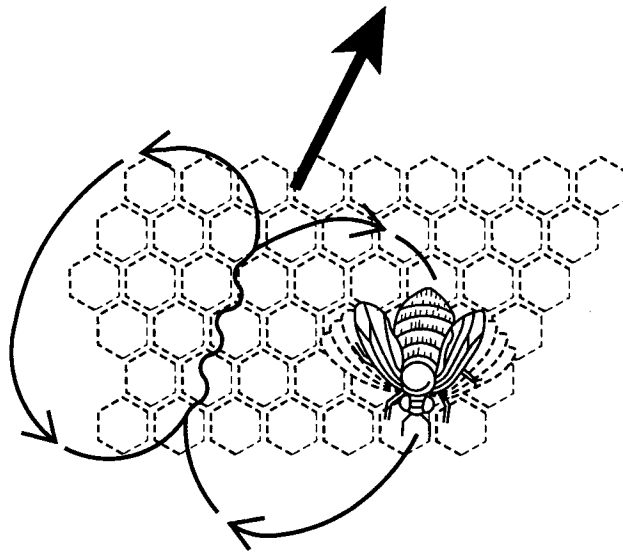


図 1

- (1) ミツバチが鉛直方向に下から上に向かって8の字ダンスをしたとき、蜜がある方向を答えなさい。
- (2) ミツバチが上から下に向かって8の字ダンスをしたとき、蜜がある方向を答えなさい。
- (3) 同じミツバチが2時間後には最初の方向と30度ずれてダンスをした。その理由を説明しなさい。
- (4) いつも朝の8時に採蜜場へ飛んで行くように訓練されたミツバチを時差のある東の場所に移動させたとき、ミツバチは何時に採蜜場へ飛び立って行くか、下の(a), (b)から答えを1つ選び、記号で答えなさい。また、その理由を30字以内で書きなさい。
 - (a) 訓練した元の場所での8時
 - (b) 移された東の場所での8時

問 3 バッタなどの節足動物は神経系が 型に分散しているが、脊椎動物になると、集中神経系が形成される。動物の神経系は中枢神経系と末梢神経系にわけられる。脊椎動物の中枢神経系は脳と脊髄からなる。脊椎動物の脳は大腦, , 中脳, 小脳, , にわけられる。大腦には , と がある。

- (1) 上の文章で に入る語句を(a)~(d)の中から選び、記号で答えなさい。
 - (a) 散 在 (b) はしご (c) か ご (d) 管 状
- (2) ~ に入る適切な語句を記入しなさい。

問 4 図 2 で示した神経細胞の A 点を電氣的に刺激したとき、その信号が伝えられて、筋肉が収縮を始めるまでに 0.4 ミリ秒かかり、A 点より遠い B 点を刺激したときは 0.6 ミリ秒かかった。A と筋肉との距離を測定したところ、6 mm、B とは 14 mm であった。これから神経の伝導速度(メートル/秒)を求めなさい。

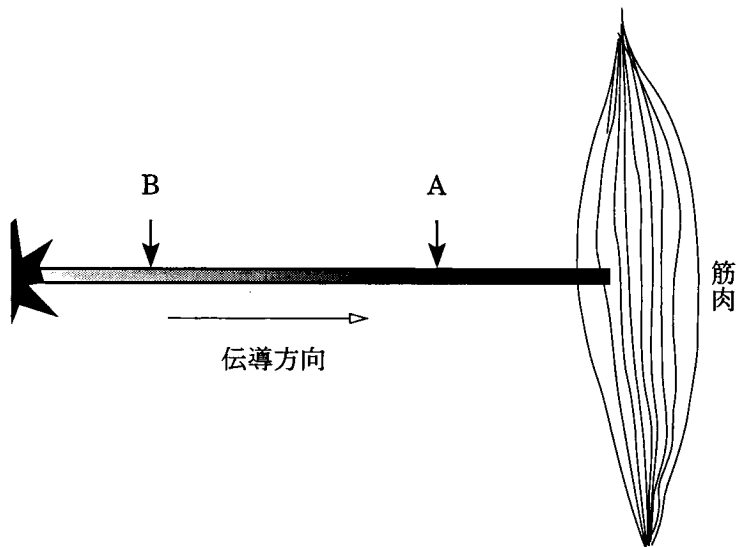


図 2