

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(医学科・保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 3
化学	1 ~ 4	4 ~ 11
生物	1 ~ 3	12 ~ 19
地学	1 ~ 4	20 ~ 25

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部, 及び受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子または解答紙に落丁・乱丁, および印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

生 物

1 次の文を読み、下記の(問1)～(問3)に答えよ。

生物の体は、細胞からできている。細胞小器官を持つかどうかなどの違いはあるものの、細胞にはいくつかの共通する構造やはたらきが存在している。細胞は脂質の二重層とタンパク質などからなる細胞膜を持ち、栄養の吸収等においては特定の物質を選択的に透過させることが可能である。細胞内では、常に物質が合成されたり、分解されたりしている。細胞内のエネルギー代謝において、エネルギーの放出と吸収の仲立ちを行う物質がアデノシン三リン酸(ATP)であり、細胞の活動を支えている。また、細胞は自らの遺伝子発現を調節することにより、環境の変化に対する応答を行ったり、はたらきや形の異なる細胞になることもある。

(問1) 下線部 a) および b) について、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) 下線部 a) の細胞小器官に関連して、1898年にゴルジによって発見された細胞小器官がゴルジ体である。動物細胞に一般的に見られるゴルジ体の構造について、文章で説明せよ。

(イ) ゴルジ体の細胞内での機能について、下記①～④から最適なものを選び、番号で答えよ。

- ① DNA複製 ② 分泌 ③ 転写調節 ④ 食作用

(ウ) 下線部 b) の細胞膜に関連して、以下の ～ に適切な語句を入れよ。

透過させる物質の濃度勾配に逆らって細胞膜を透過させる輸送を 輸送といい、濃度勾配に従って透過させる輸送を 輸送という。 輸送を行うタンパク質の中に、膜を貫通した小孔をつくり、特定の無機イオンのみを透過させる機能を持つタンパク質の一群がある。このようなタンパク質のことを特に という。

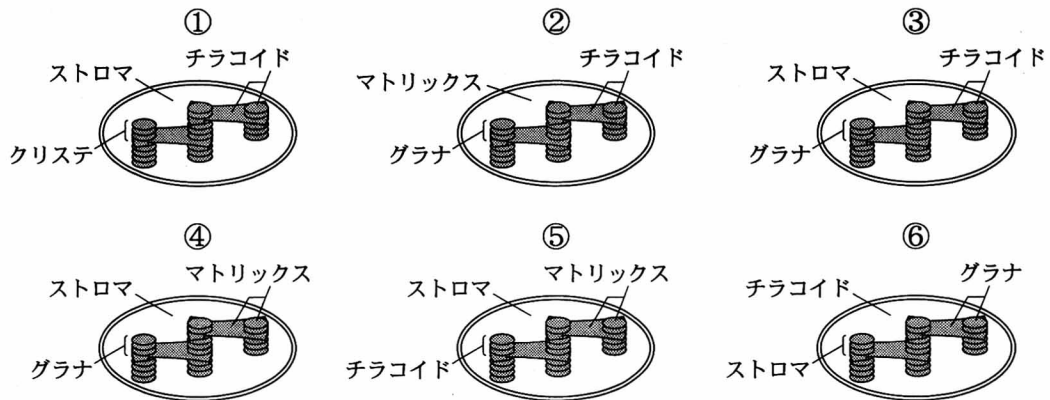
(問2) 下線部 c) について、以下の設問(ア)～(エ)に答えよ。

(ア) 文中の ～ に適切な語句を入れよ。

酸素が少ない条件(嫌気条件)のもとで、グルコースなどの有機物を分解してATPを合成する働きを嫌気呼吸という。嫌気呼吸において、グルコースはピルビン酸を経て、ともに有機物である や へと分解される。一方、酸素を用いて有機物を無機物にまで分解し、ATPを合成する働きを好気呼吸という。好気呼吸では基質としておもに、炭水化物と脂肪が使われるが、それらが不足するとタンパク質が用いられる。好気呼吸で発生する二酸化炭素と消費した酸素の体積比(CO₂/O₂)を という。

植物やある種の細菌は、光合成により二酸化炭素からグルコースなどの有機物を合成する。このようなはたらきを炭酸 4 という。

- (イ) 好気呼吸が行われる細胞小器官は何か。
- (ウ) 好気呼吸において、もっとも小さい CO_2/O_2 比を与える基質は、炭水化物、脂肪、タンパク質のうちのどれか。
- (エ) 光合成は葉緑体で行われる。下図①～⑥のうち、種子植物の葉緑体の内部構造の記載が正しいのはどれか。番号で答えよ。



(問 3) 下線部 d) について、以下の設問(ア)～(オ)に答えよ。

- (ア) 遺伝情報を含む DNA は、真核生物の核内においてタンパク質に巻き付いて存在していることが知られている。この DNA を巻き付ける性質により、染色体の構造形成に重要な役割を果たす真核生物に特有なタンパク質の名称を答えよ。
- (イ) 真核生物では DNA の遺伝情報は RNA に転写された後に、核内でスプライシングと呼ばれる反応により翻訳可能な情報に整理され、伝令 RNA へと成熟する。このスプライシングとはどのような反応か説明せよ。
- (ウ) 伝令 RNA は核膜孔を通過し細胞質に移行した後に、塩基配列の情報がアミノ酸の配列情報に読み換えられる。翻訳と呼ばれるこの反応に深く関わる伝令 RNA 以外の RNA を 2 種類答えよ。
- (エ) 仮に 2 個続きの塩基が一組となってアミノ酸を指定すると考えた場合、最大で何種類のアミノ酸を指定できるか。数字で答えよ。実際の翻訳反応では、3 個続きの塩基が 1 つのアミノ酸を指定している。3 個続きであれば十分である理由について説明せよ。
- (オ) 近年になり、ほ乳類の初期胚(胚盤胞)内部にある細胞塊から採取した細胞を特定の培養条件で培養することで遺伝子発現を調節し、さまざまな細胞に分化させることができるようになってきた。この初期胚に由来する高い増殖能とさまざまな細胞に分化可能な性質をもつ細胞の名称を答えよ。

2 次の文を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

絶え間なく変化する外部の環境に対して、生物は体内の内部環境を一定に保つしくみをもっている。脊椎動物では、体の内部環境の恒常性を維持するために神経系や^{a)}内分泌系が重要なはたらきを行っている。また腎臓は、体液の恒常性の維持と共に^{b)}老廃物を排出する機能をはたしている。一方、環境に対応した反応を行うためには、^{c)}筋肉に運動の命令を伝える運動神経や^{d)}感覚器からの刺激を伝える感覚神経が重要である。

(問1) 下線部 a) について、以下の設問(ア)と(イ)に答えよ。

(ア) 文中の [1] ～ [3] に適切な語句を入れよ。

ヒトの体内には脳下垂体、副腎、副甲状腺、甲状腺などの内分泌腺が存在している。脳下垂体後葉からは [1] が分泌され、腎臓における水の再吸収を促進する作用をもつ。副腎皮質から分泌されるホルモンである [2] の主要な作用は腎臓からのナトリウム排出をへらすことである。副甲状腺からは血液中の [3] の量を調節するホルモンが分泌される。

(イ) 甲状腺ホルモンであるチロキシンの分泌は他の組織からのフィードバック調節を受けている。チロキシンの分泌が減少した場合にどのようなフィードバック調節がおきるか80字以内で答えよ。

(問2) 下線部 b) について、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) 文中の [1] と [2] に適切な語句を入れよ。

腎臓は血液を利用して全身から老廃物を排出する機能をはたしている。脂肪、炭水化物は代謝されて二酸化炭素と水になる。二酸化炭素と水の排出は容易である。タンパク質起源の窒素は3種類の最終産物、すなわち尿酸、 [1] , [2] のいずれかの形で排出される。主としてアミノ酸のアミノ基に由来する [1] はすべての動物にとって有害であるが、魚類では [1] を連続的に排出している。一方、ヒトでは水溶性が高く無毒な化合物である [2] として排出している。

(イ) 魚類では窒素の最終産物を [1] という形で排出することが可能である。その理由を述べよ。

(ウ) ヒトでは [2] を主に何という器官で作っているか。

(問 3) 下線部 c) に関して、ウシガエルの座骨神経とこれにつながる骨格筋を摘出し、図 1 のような実験を行った。神経を A 点で 1 回だけ電氣的に刺激して、筋肉が収縮する様子を記録すると、図 2 のような曲線が得られた。以下の設問(ア)~(エ)に答えよ。

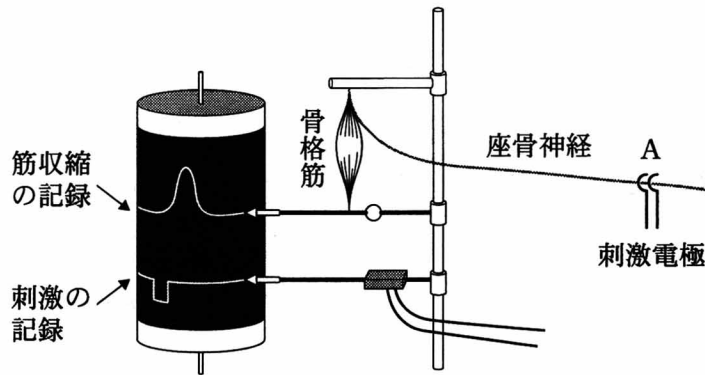


図 1

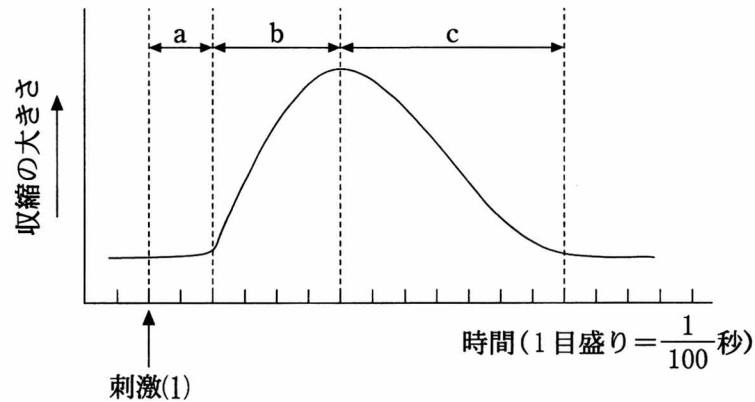
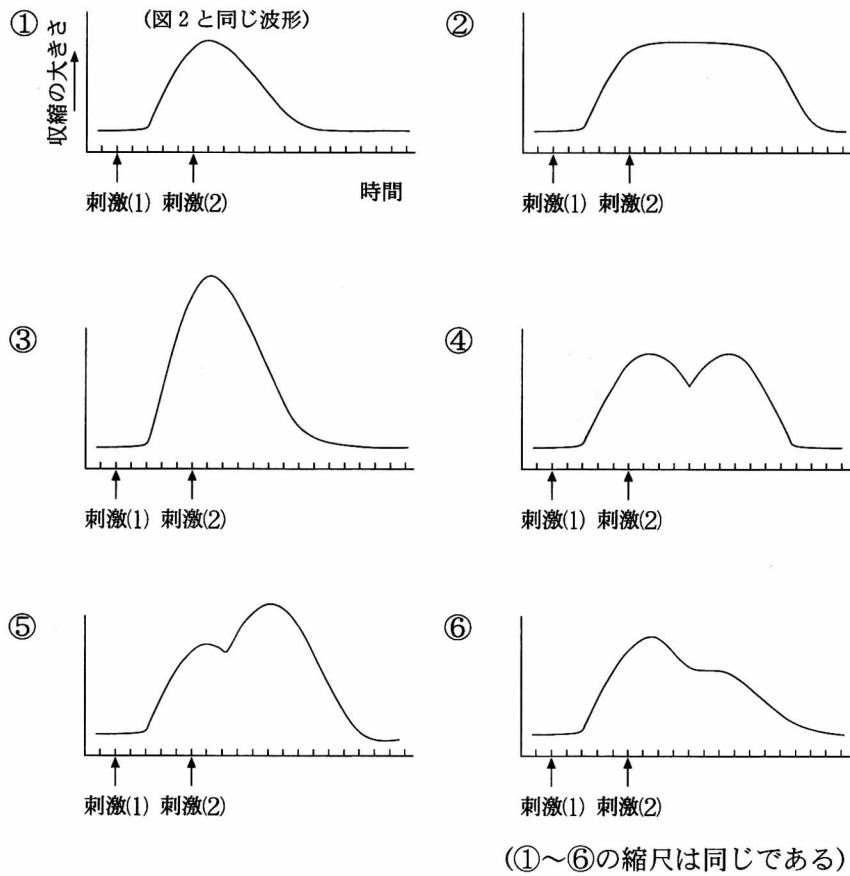


図 2

- (ア) 図 2 のように 1 回の刺激に応答した収縮を何と呼ぶか。
- (イ) 図 2 の a, b, c の時期をそれぞれ何と呼ぶか。
- (ウ) 図 2 の a の時間をより短くするためには、本実験にどのような変更を加えればよいか。
- (エ) 図 1 の A 点への電気刺激を 2 度繰り返した。刺激の間隔を 1 秒とした時は 2 度目の刺激でも図 2 に示す 1 度目の反応とほぼ同じ波形の反応が 1 秒遅れて生じた。では、刺激の間隔が 0.05 秒の時では、どのような反応が観察されるだろうか。①~⑥の波形から最適なものを選び、番号で答えよ。



(問 4) 下線部 d) について、以下の設問ア)とイ)に答えよ。

ア) 図3に示しているのは眼の中に存在する網膜の断面図である。以下の設問(a)~(c)に答えよ。

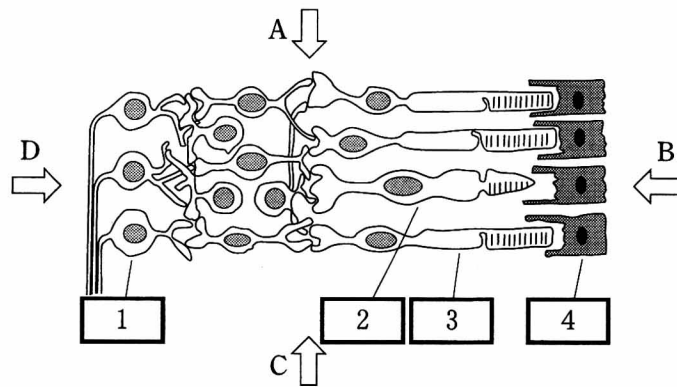


図3

(a) 網膜に対する光の入射方向を図3のA~Dから選べ。

(b) 図3の ~ に示す細胞の名称を答えよ。

(c) 色覚に必要な光吸収色素を含む細胞を ~ から1つ選び、番号で答えよ。

イ) 左目を閉じて、右目で正面に出した自分の人差し指を見つめる。この場合、見えない点(盲点)は指の右側と左側のどちら側に存在するか。また、その理由を「盲斑」と「黄斑」の両語句を用いて述べよ。

3 次の文を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

主な動物群間の系統は、成体や幼生の体制、発生様式などの比較をもとにして、図1のような関係があると推定されていた。最も単純な体制をもつのは海綿動物で、組織や器官が無く、胚葉も持たないため無胚葉動物といわれる。器官を持ち胚葉を形成する動物の中で最も体制が単純なものは、刺胞動物であり二胚葉動物と呼ばれる。扁形動物とそれより体制の複雑な動物は、発生過程で3種類の胚葉を形成し、三胚葉動物と呼ばれる。三胚葉動物のからだは基本的には [1] 相称で、扁形動物を除いて体壁と内臓の間に [2] とよばれるすきまができる。三胚葉動物には、扁形動物、軟体動物、環形動物、節足動物を含む動物群である図中のAと、棘皮動物と脊椎動物を含む図中のBがある。

近年、遺伝情報を比較した分子系統樹も用いられるようになった。分子系統樹による主な動物群間の系統関係は図2である。図1と図2を比べると、それぞれの動物群の相互関係が異なることがわかる。

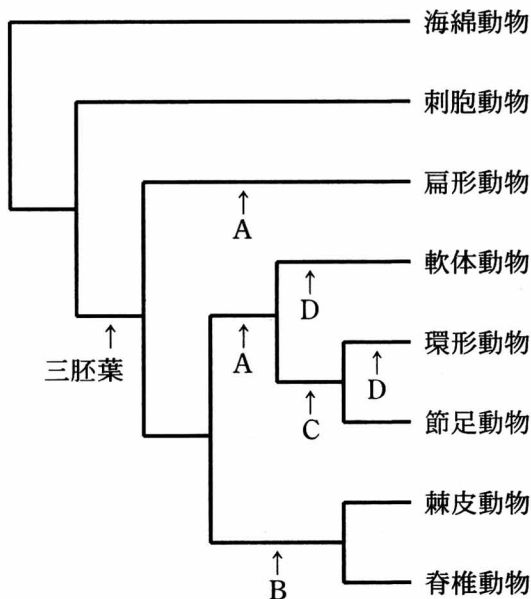


図1 従来考えられてきた動物の系統樹
 図中の記号A～Dは、矢印以降(右側)の全ての動物群が持つ共通する性質、またはそれに対応した動物群名を示している。たとえば三胚葉と書かれた矢印は、それ以降の動物が三胚葉動物であることを示している。

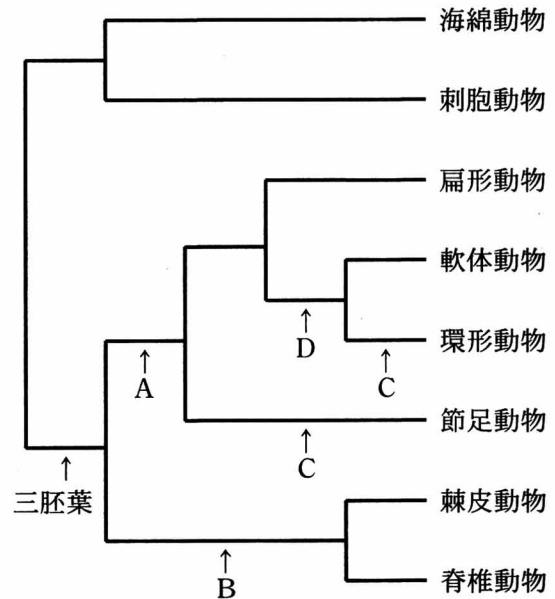


図2 動物の分子系統樹
 [記号A～Dは、図1と同じものを示す。]

(問 1) 下線部 a), b), d), e) の各動物群に含まれる動物名を下記の①～⑫からそれぞれ 2 種類ずつ選び、番号で答えよ。

- | | | | |
|-------|-----------|----------|-------|
| ① ホヤ | ② ハマグリ | ③ プラナリア | ④ ゴカイ |
| ⑤ ムカデ | ⑥ イソギンチャク | ⑦ ミジンコ | ⑧ ミミズ |
| ⑨ タコ | ⑩ サナダムシ | ⑪ ナメクジウオ | ⑫ クラゲ |

(問 2) 下線部 c) について、以下の設問(ア)と(イ)に答えよ。

(ア) 文中の と に適切な語句を入れよ。

(イ) 三胚葉動物のカエルにおいて、二胚葉動物にない胚葉から分化する器官あるいは組織を下記の①～⑧から 3 つ選び、番号で答えよ。

- | | | | |
|------|------|-------|-------|
| ① 胃 | ② 表皮 | ③ 脊髄 | ④ 心臓 |
| ⑤ 腎臓 | ⑥ 脳 | ⑦ 甲状腺 | ⑧ 骨格筋 |

(問 3) 下線部 f) について、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) 図中の A と B の動物群名を答えよ。またその違いを説明せよ。

(イ) 図中の C は、環形動物と節足動物が共通して持っている体制である。C は何か。

また、図 1 と図 2 では C の現れ方が異なる。その理由を「環形動物」「節足動物」「共通する祖先」の 3 つの語句を使って説明せよ。なお、いずれの語句も何度使用してもよい。

(ウ) 図中の D は、発生過程で軟体動物と環形動物が共通して経る幼生名を示す。幼生名を答えよ。

(問 4) 分子系統樹に関する次の文を読み、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

分子系統樹は、遺伝情報である DNA の塩基配列の変化、すなわち分子進化の情報をもとに推定される。ある特定の遺伝子を構成する DNA の塩基配列を 2 種の生物間で比較すると、多くの塩基は同じであるが、ところどころで塩基が異なっている。これは DNA の塩基配列において置換などの変異が生じた結果であり、この違いの程度が小さいほど、2 種の生物は近縁と考えることができる。このような比較を多くの生物間で行うことにより、分子系統樹が構築される。

(ア) 下線部 g) について、置換以外の変異の名称を 2 種類答えよ。

(イ) 図 3 は、ある生物群(種 A, B, C, D, X)に関して、特定の DNA の塩基配列を調べ、整列させたものである(塩基配列番号 1～30)。種 X と同じ塩基の場合は「・」で示してある。系統樹を作る前段階として、種間の塩基配列相違数を数え、表 1 の(1)～(6)に入る数字を答えよ。

(ウ) 下線部 h) の考え方および表 1 をもとに、種 A～D 間の系統関係を推定し、図 4 の系統樹の ～ に、A～D の記号を入れよ。ただし種 X は最も祖先的であることが分かっているものとする。

種 \ 塩基配列番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
種 X	C	A	A	G	G	C	A	T	G	G	T	A	T	A	A	G	T	G	G	T	G	G	T	A	T	T	A	A	A	G
種 A	・	・	C	C	A	T	・	A	T	・	・	T	A	・	・	T	・	・	・	・	・	・	・	G	・	C	・	・	T	T
種 B	・	T	G	・	A	T	・	・	C	・	A	T	A	T	T	T	G	・	C	・	・	C	A	・	C	C	・	G	・	C
種 C	・	T	C	・	A	T	・	・	T	・	A	T	A	・	T	T	G	・	C	・	・	C	A	・	C	C	・	G	T	C
種 D	・	T	G	・	A	T	・	・	C	・	A	T	A	T	T	A	G	・	C	・	・	C	A	・	C	C	・	G	・	C

図 3

表 1 種 A～X 間の塩基配列の相違数

	種 A	種 B	種 C	種 D
種 A		—	—	—
種 B	16		—	—
種 C	(1)	(2)		—
種 D	(3)	(4)	(5)	
種 X	13	19	(6)	19

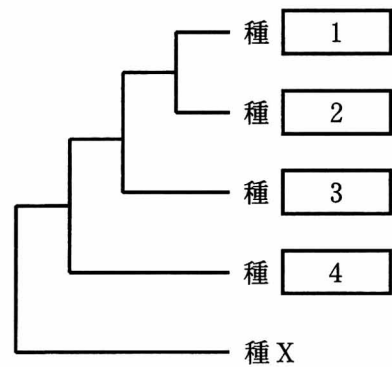


図 4