

生 物

注 意 事 項

〔Ⅰ〕, 〔Ⅱ〕, 〔Ⅲ〕は全員が解答すること。〔Ⅳ〕と〔Ⅴ〕は選択問題です。

〔Ⅰ〕, 〔Ⅱ〕, 〔Ⅲ〕, 〔Ⅳ〕または〔Ⅰ〕, 〔Ⅱ〕, 〔Ⅲ〕, 〔Ⅴ〕の組み合わせのいずれか一方を選択して合計4問解答しなさい。

この問題は生物受験者全員が解答すること。

〔 I 〕 動物と植物の構造と機能についての次の文章を読み、問 1 ～問 6 に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

動物も植物も、似た形や働きをもつ細胞が集団をつくっており、これを組織という。これらの組織が複雑に組み合わさって器官をつくっている。種子植物の根、茎、葉などの器官は 3 種類の組織系からできている。組織系は関連した組織の秩序ある配列をした集団である。図 1 はトウモロコシの根の横断面の略図であり、図中のア～ウは異なる組織系に属する 3 つの組織の位置を示している。一方、哺乳動物の心臓、腎臓、小腸などの器官は 4 種類の組織からできている。図 2 はヒトの小腸の横断面の略図であり、図中のエ～キは 4 つの組織の位置を示している。動物にはカとキの組織があるが、植物では該当する組織がないため、両者の機能上の大きな違いとなっている。しかし、両者に共通の役割をもつ組織構造も存在する。イとオのどちらにも体液の輸送をおこなう管状の構造が発達している(図 2 には描かれていない)。また、ウとエにはともに体内と体外を隔て、生体を保護する役割がある。根の先端近くには伸長成長をもたらす組織があり、この組織にはすべての組織をつくる能力があるが、同様の能力を持つ組織は哺乳類などにはない。

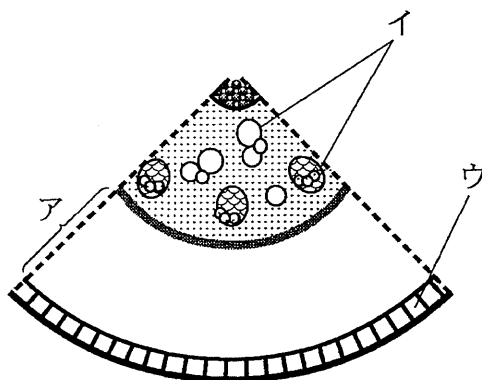


図 1

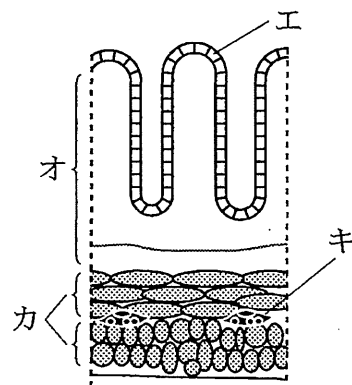


図 2

問 1 ア～ウの属する組織系とエ～キの組織の名称をそれぞれ記せ。

問 2 下線部(a)の管状構造の名称を根と小腸のそれぞれについて二つずつ記せ。

問 3 下線部(b)の役割には他にも重要な役割がある。その役割は何か、根と小腸についてそれぞれ一例ずつ 10 字以内で述べよ。

問 4 下線部(c)の組織名を記せ。

問 5 下線部(d)の能力を何とよぶか、その名称を記せ。

問 6 次の①～⑤から「腎臓」の機能にふさわしい記述を二つ選び、番号で答えよ。

- ① 腎動脈からの血液は、腎小体中の糸球体に入り、大半の血しょう成分がポーマンのうでろ過される。
- ② 体内で生じたアンモニアをオルニチン回路で毒性の低い尿素につくり変える。
- ③ 尿中にタンパク質が排出されないのは、腎細管(細尿管)で再吸収されるためである。
- ④ 腎細管(細尿管)での無機塩類の再吸収は、受動輸送によるものである。
- ⑤ 集合管での水の再吸収は、脳下垂体から分泌されるバソプレシンによって促進される。

この問題は生物受験者全員が解答すること。

〔Ⅱ〕 細胞分裂についての次の文章を読み、問1～問3に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

増殖している培養細胞を顕微鏡で観察すると、分裂している細胞(M期細胞)と分裂していない細胞を識別することができる。この分裂していない細胞は、生化学的な方法により、DNAを複製中の細胞(S期細胞)とそうでない細胞に分けることができる。さらにDNAを複製していない細胞は、細胞のDNA量の違いから2種類に分けることができる(G1期細胞とG2期細胞)。これらのことをもとにして細胞分裂の過程(細胞周期)を図1に表した。

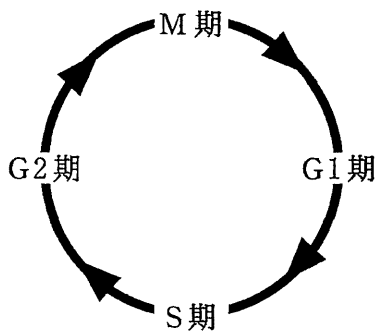


図1

問1 ある細胞集団について、細胞当たりのDNA量に対する細胞数の分布を表したものが図2である。図中のA～Cが示す細胞群は、それぞれ細胞周期のどの時期の細胞と考えられるか。G1、S、G2、Mの記号で答えよ。

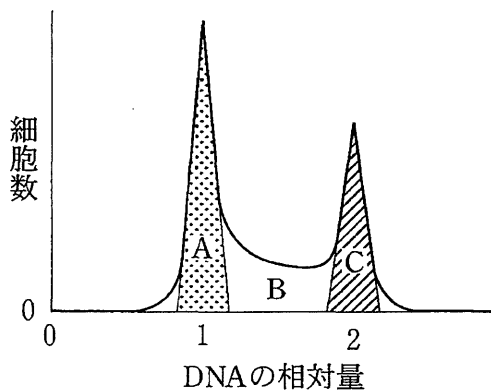


図2

問 2 異なる細胞周期にある細胞を融合し、細胞質の因子を共有させて核の DNA 複製がどのように変化するかを調べた。①～③に 3 種類の融合実験とその結果が述べてある。推論(ア)～(カ)の中で、これらの実験結果に合うものには○印を記せ。また、実験結果に合わないものについては、①～③の中のどの実験結果に合わないのか、その番号で答えよ。

細胞融合実験とその結果

- ① S 期細胞を G1 期細胞と融合させると、S 期細胞由来の核は DNA 複製を続け、G1 期細胞由来の核でもすぐに DNA 複製を始めた。
- ② S 期細胞を G2 期細胞と融合させると、S 期細胞由来の核は DNA 複製を続けたが、G2 期細胞由来の核では DNA 複製は起らず、しばらくすると両者とも分裂を始めた。
- ③ G1 期細胞と G2 期細胞を融合させると、G2 期細胞由来の核はそのままであったが、G1 期細胞由来の核はしばらくして、DNA 複製を始めた。

推論

- (ア) S 期細胞には DNA 複製を誘導する因子がある。
- (イ) G1 期細胞が DNA 複製をしていないのは、DNA 複製を誘導する因子を欠くためである。
- (ウ) G1 期細胞が DNA 複製をしていないのは、DNA 複製の阻害因子が存在するためである。
- (エ) G2 期細胞が DNA 複製をしていないのは、DNA 複製を誘導する因子を欠くためである。
- (オ) G2 期細胞が DNA 複製をしていないのは、DNA 複製を誘導する因子の阻害因子が存在するためである。
- (カ) G2 期細胞が DNA 複製をしていないのは、G1 期細胞が DNA 複製していない原因とは異なる。

問 3 発生における細胞分裂について、次の文章の ～ に適切な語句を入れ、文章を完成させよ。

動物の発生における細胞分裂には通常の細胞分裂とは異なる場合がある。卵や精子をつくるときの 分裂では、最初の分裂期(M期)に続く 期がなく、すぐに次のM期に入る。この分裂によってDNA量は普通の体細胞の になる。また、卵の形成では分裂後の細胞の大きさが極端に異なっていて、小さい方の細胞を とよぶ。発生初期の細胞分裂は、 とよばれ、アフリカツメガエルなどではG1期とG2期を欠くうえにS期も短いので分裂速度が非常に速く、細胞は分裂とともに小さくなる。

この問題は生物受験者全員が解答すること。

〔Ⅲ〕 刺激の受容と反応についての次の文章を読み、問1～問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

図1は刺激の受容から反応までの経路を調べるための実験装置を模式的に示している。介在ニューロンと運動ニューロンの細胞体の中にはそれぞれ電極が挿入されていて、細胞外に置かれた基準電極との間の電位差をオシロスコープで記録する。また、矢印の位置で運動ニューロンの軸索に電気刺激を与えることができる。筋肉の収縮は張力計を使って測定する。

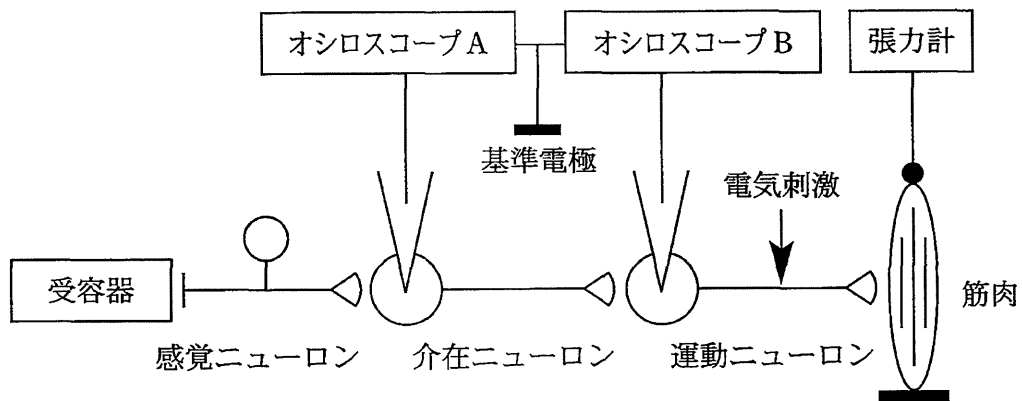


図1

問1 運動ニューロンの軸索に単発の電気刺激を与えたところ、図2に示すような筋肉の単収縮が記録された。このときオシロスコープAとBではどのような電位変化が記録されたか、(ア)～(エ)からもっとも適切な文を一つ選び、記号で答えよ。

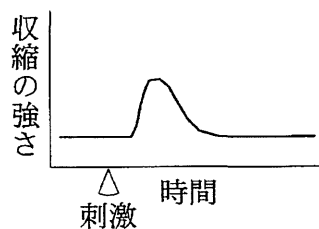


図2

- (ア) 刺激直後にオシロスコープ B に活動電位が記録され、これに少し遅れてオシロスコープ A に活動電位が記録された。
- (イ) 刺激直後にオシロスコープ B に活動電位が記録されたが、オシロスコープ A では変化がみられなかった。
- (ウ) 刺激直後にオシロスコープ A と B に同時に活動電位が記録された。
- (エ) 刺激直後にオシロスコープ A に活動電位が記録され、これに少し遅れてオシロスコープ B に活動電位が記録された。

問 2 運動ニューロンの軸索に連発の電気刺激を与えたところ、図 3 に示すような収縮が記録された。次の問(1)と問(2)に答えよ。

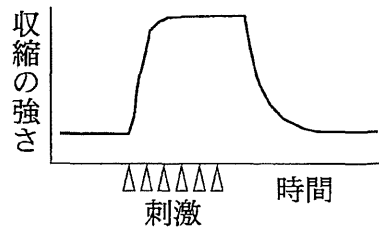


図 3

問(1) このような収縮を何とよぶか、適切な語を記入せよ。

問(2) このときのオシロスコープ B での電位変化を次の図 4 の(ア)~(エ)から一つ選び、記号で答えよ。

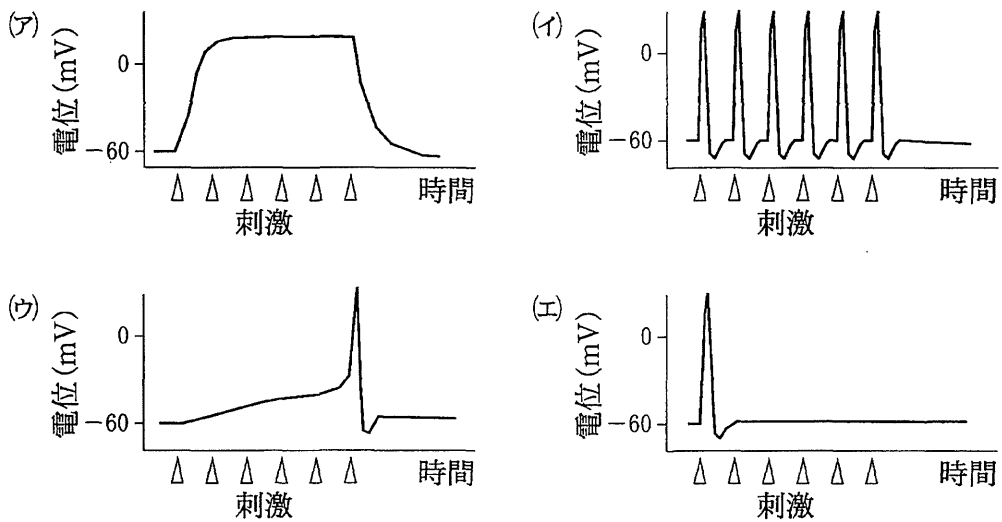


図 4

問 3 動物の神経は、刺激に対してさまざまな閾値をもつ多数の軸索が束となっている。この神経全体を刺激した場合と、一つの軸索だけを刺激した場合について、それぞれの刺激の強さと興奮の大きさとの関係を表すグラフを描け。

問 4 受容器についての次の問(1)と問(2)に答えよ。

問(1) 動物のさまざまな受容器は受けとる刺激がそれぞれ決まっている。このような刺激を何とよぶか、その名称を記せ。

問(2) 「空気の振動」、「からだの回転」、「化学物質」、「からだの傾き」、「光」の刺激を受けとる受容器をそれぞれ次の(ア)～(キ)から選び、記号で答えよ。

- | | | | |
|---------|-----------|--------|--------|
| (ア) 味覚芽 | (イ) コルチ器官 | (ウ) 前庭 | (エ) 圧点 |
| (オ) 半規管 | (カ) 網膜 | (キ) 痛点 | |

選択問題〔Ⅳ〕または〔Ⅴ〕のいずれか一方を選択して解答すること。

〔Ⅳ〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

植生の分布は、降水量が比較的多い日本では、気温によって強く影響される。標高が高くなるにつれ気温は低下するため、標高によって植生が変化する。以下は、夏休みに本州中部の高山に登った際の植生についての観察記録である。

登山口のある標高 900 m 付近は、ススキ草原やアカマツ林、ミズナラなどの広葉樹林が多かった。ススキ草原にはまばらにアカマツの若木がみられた。アカマツ林の中にはミズナラの芽生えはみられたが、アカマツの芽生えや若木はみられなかった。広葉樹林の林内にカタクリの群生地があるというので、立ち寄って^(a)みたが、地上部はすでに枯れていた。

標高 1500 m 付近から上は、オオシラビソやコメツガの森が続き、林床にはコケ類やオサバグサなどの草本植物が生えていた。途中で大きな木が倒れていて明^(b)るい場所があり、そこにはオオシラビソの若木が群生していた。途中で通ったがけ崩れの跡にはダケカンバの若木と芽生え、イタドリなどがみられた。

標高 2500 m 付近より上には高い木はみられず、高山草原(お花畑)が広がっていた。

問 1 上記の記録にでてくる植物のうち、芽生えの光要求性についてアカマツにもっとも近いと考えられる樹種を記せ。

問 2 下線部(a)について、この時期にカタクリの地上部が枯れているのは、カタクリが生育する林内の光環境と関係がある。このことについてカタクリの性質と光環境との関係を 50 字以内で述べよ。

問 3 下線部(b)について、このような現象を何とよぶか、現象名を記せ。

問 4 日本の高山帯の植物について、次の(ア)～(オ)からもっとも適切な記述を一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 生育期間が短いため一年生植物が大半を占める。
- (イ) 効率良く光合成をおこなう C_4 植物の割合が大きい。
- (ウ) 寒さが厳しいため常緑の植物は生育できない。
- (エ) 光合成産物を蓄える地下器官を発達させているものが多い。
- (オ) 木本植物は生育できない。

問 5 地球温暖化により今世紀末までに地球の平均気温は最大で 6.4°C 程度上昇すると予想されている。植生の垂直分布が年平均気温によって決まると仮定すると、平均気温が 3°C 上昇したときに本州中部の標高 900 m, 1500 m, 2300 m, 2800 m 地点ではどのような植生になると予想されるか。各地点での予想される植生帯または群系の名称を記せ。ただし、標高による気温の低下は 100 m につき 0.6°C とする。

選択問題〔Ⅳ〕または〔Ⅴ〕のいずれか一方を選択して解答すること。

〔Ⅴ〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

古生代の地球には、パンゲアとよばれる一つの大きな大陸があったが、中生代に入ると分裂して、大陸片となって地球表面を漂い、現在の位置にそれぞれ到達したと考えられている。今日、オーストラリアに特有の哺乳動物群が見られるのは、他の大陸から隔離されて独自の進化をたどった結果であると考えられる。

地球上に生息する生物種は、このような地殻変動とともに変化してきたが、この生物の変化の過程をダーウィンは自然淘汰によって説明した。当時、すでにエンドウ豆の交配実験によって遺伝の法則の基礎が解明されつつあったが、20世紀初頭に再発見されるまでは世に知られずにいた。その後、X線によって人為的に突然変異を誘発できることが示され、遺伝子突然変異の性質とその意義が明らかになり、生物進化の遺伝的基礎が理解されるようになった。

20世紀の後半になると、タンパク質やDNAのような分子に変異が起るしくみが明らかになった。生物進化の過程で起るタンパク質やDNAの変化には、個体が生存する上で有利でも不利でもない、淘汰に対して中立な突然変異が多いとする説が提唱された。今日では、このような分子レベルでの変異を種間で比較することにより系統関係を定量的に推定することが可能になった。

問1 古生代と中生代を特徴づける適切な動物名を(ア)～(オ)からそれぞれ一つずつ選び、記号で答えよ。

- (ア) シーラカンス (イ) ビカリア (ウ) 三葉虫
(エ) アンモナイト (オ) マンモス

問2 下線部(a)の考えは、生物学上のどのような観察事実によって支持されているか、50字以内で述べよ。

問3 下線部(b)にある哺乳動物群の名称を記せ。また、このような現象を何とよぶか、現象名を記せ。

問 4 下線部(c)の説にふさわしい文を次の(ア)～(オ)から二つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 良く使われる形質がより発達して生物は進化する。
- (イ) より多くの子孫を残した個体の変異が伝えられ、生物は進化する。
- (ウ) 環境に、より適応した変異が伝えられ、生物は進化する。
- (エ) ある突然変異がきっかけとなって生物は進化する。
- (オ) 突発的な環境の変動を生きのびた変異が伝えられ、生物は進化する。

問 5 下線部(d)を提唱した研究者の名を記せ。