令和 2 (2020) 年度入学試験問題(後期)

理　　科

注　　意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 化学，物理，生物のうちから 2 科目を選択し，別紙解答用紙に受験番号，氏名を記入すること。
   (ただし受験票，入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば化学，物理を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号，氏名を記入し，全体に大きく╳印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 裏表紙は計算に使用する。
6. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合，及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合，その答案は無効とする。
7. 問題冊子は 1 冊，別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
8. 受験票は机上に出しておくこと。

生　物（後　期）　（その1）

Ⅰ　骨は，骨基質（骨の細胞間を埋める組織）と細胞からなる。骨基質の主な成分は，水，コラーゲン，リン酸カルシウムで，リン酸カルシウムから，カルシウムが血液に供給される。骨の細胞には，コラーゲンを分泌して骨基質を作る骨芽細胞と，骨基質を溶かして吸収する破骨細胞があり，絶えず骨は更新されている。以下の設問に答えよ。

問 1　骨は何組織に属するか。

問 2　骨の機能には下線部の他に何があるか，2つ記せ。また，体外から摂取した食物に含まれるカルシウムを吸収する器官は何か。

問 3　図は血しょう中のカルシウム濃度と，パラトルモンおよびカルシトニン（カルシウム濃度を調節するホルモン）の濃度との関係を示している。1）パラトルモン濃度は，血しょう中のカルシウムによってフィードバック調節を受けている。パラトルモンを分泌する内分泌腺の名称を含めて，その調節機構を図を参考にして説明せよ。2）パラトルモンを分泌する内分泌腺は身体のどこにあるか，解答欄の模式図におおよその位置を○で示せ。3）血しょう中のカルシウム濃度が上昇するとカルシトニン濃度はどうなるか。4）カルシトニンはチロキシンを分泌する内分泌腺と同じ内分泌腺から分泌される。その内分泌腺の名称は何か。5）血しょう中のカルシウム濃度の正常値の範囲は図から考えて以下の範囲のどれと考えられるか，a～dの記号で答えよ。単位は全て mg/100 mL である。

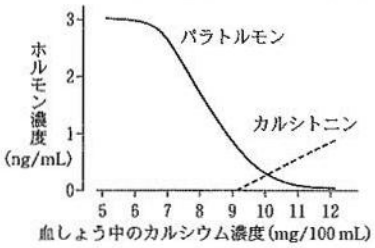


図　ガイトン生理学　原著第13版を改変

a．5―7　　b．7―9　　c．9―11　　d．11―12

問 4　骨以外のパラトルモンの標的器官には腎臓がある。パラトルモンが作用する腎臓の部位とその作用を答えよ。

問 5　血しょう中のカルシウムイオン（Ca^{2+}）は身体の種々の部位で使われる。例えば，大腿四頭筋を収縮させる場合にも必要である。1）骨格筋細胞で Ca^{2+} を貯蔵する細胞小器官の名称を答えよ。また，筋収縮時にその細胞小器官から放出された Ca^{2+} が結合するタンパク質の名称を答えよ。2）Ca^{2+} は神経の興奮伝達にも必要である。シナプス前細胞の細胞膜（シナプス前膜）に存在する Ca^{2+} チャネルの名称を答えよ。3）この Ca^{2+} チャネルが開いて Ca^{2+} がシナプス前細胞に流入し，Ca^{2+} 濃度が増加すると，その細胞内でその次に何が起こるか。

Ⅱ　表は，地質時代とその時代の出来事を抜粋して列挙したものである。出来事の順番は必ずしも起きた順序を反映していない。表を参照して，以下の設問に答えよ。

地質時代	出　来　事
先カンブリア時代	原核生物の出現 1 酸素発生型光合成の開始 2 真核生物の出現 多細胞生物の出現 3 藻類の出現・繁栄
古生代	4 陸上植物の出現 5 シダ植物の出現・繁栄 裸子植物の出現
中生代	裸子植物の繁栄 6 被子植物の出現
新生代	7 被子植物の繁栄

問 1　現代は，地質時代の区分では何代の何紀か。

問 2　縞（しま）状鉄鉱層とストロマトライトの形成が，下線部1の証拠であると考えられている。

(1)　下線部1のとき（約27億年前），縞状鉄鉱層はどのようにして形成されたと考えられているか。

(2)　約7億年前に，再び縞状鉄鉱層が形成された。これは全球凍結が起き，その後，気候が温暖化したのが原因ではないかと言われている。これをふまえて，全球凍結時の海中の環境はどのようになっていたと考えられるか，理由も含めて述べよ。

問 3　全球凍結が起きたと考えられている時期の後（約6億年前）の地層で化石として発見されている多様な多細胞生物を何と呼ぶか。

問 4　下線部2について，次の(ア)～(ク)のうち，藻類にはみられるがシアノバクテリアにはみられないものを全て選んで記号で答えよ。

(ア)　細胞膜　　(イ)　細胞質基質　　(ウ)　ミトコンドリア　　(エ)　リボソーム
(オ)　葉緑体　　(カ)　核　膜　　(キ)　DNA　　(ク)　RNA

問 5　下線部3について，植物の直接の祖先は藻類のうちのシャジクモ類であると考えられる。その根拠を1つ挙げよ。

問 6　下線部4で，化石が確認されている最古の陸上植物の名称を答えよ。

問 7　下線部5で，藻類にはなく，シダ植物にある最も特徴的な構造は何か。

問 8　下線部6で，被子植物は，「ある過程」で水が不要になったため，コケ植物やシダ植物よりもさらに乾燥に適応できるようになった。「ある過程」とは何か。

問 9　下線部7で，被子植物は動物と互いに影響を及ぼし合いながら進化してきた。このような種間の相互的な進化を何と呼ぶか。

生　物（後　期）　（その2）

Ⅲ　以下の文章を読み，設問に答えよ。

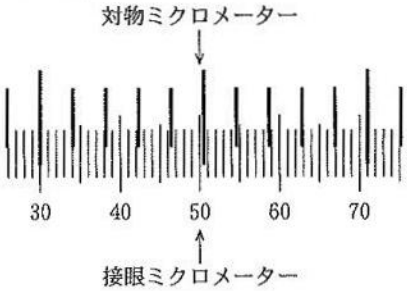
細胞骨格は，アクチンフィラメントと，（　ア　）というタンパク質でできた微小管，および（　イ　）に分けられる。アクチンフィラメント上を運動するモータータンパク質はミオシン，微小管上を運動するモータータンパク質はキネシンと（　ウ　）である。

問 1　（　ア　）～（　ウ　）の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2　動物細胞での体細胞分裂時のアクチンフィラメントと微小管の役割として当てはまるものをそれぞれ全て選び，①～⑤の記号で答えよ。

①　核膜の消失　②　染色体の凝縮　③　染色体の移動　④　細胞質分裂における細胞のくびれ　⑤　紡錘糸の形成

問 3　シロイヌナズナの原形質流動（細胞質流動）にはアクチンフィラメントとミオシンの働きが関与している。原形質流動の速度を求めるために，次の実験を行った。文章中の（　a　）～（　c　）に数字を入れよ。（有効数字 2 桁）



10 倍の接眼レンズと 40 倍の対物レンズの組み合わせで接眼ミクロメーターと対物ミクロメーターの目盛りを図のように合わせた。対物ミクロメーター 10 目盛り分が，接眼ミクロメーター（　a　）目盛り分に相当している。対物ミクロメーターの 1 目盛りは 10 μm なので，接眼ミクロメーター 1 目盛りの長さは（　b　）μm と計算できる。次に，上記と同じ接眼レンズと対物レンズの組み合わせで，シロイヌナズナのある細胞において，細胞内の果粒が接眼ミクロメーター 10 目盛り分を通過する時間を測定したところ，5.6 秒だった。以上から，この細胞の原形質流動の速度は，（　c　）μm/秒と計算できる。

問 4　シロイヌナズナのゲノムには複数のミオシン遺伝子が存在するが，そのうちの 1 つのミオシン遺伝子（*A* 遺伝子とする）を欠損した突然変異体（A 変異体とする）では，原形質流動の速度は 1.0 μm/秒だった。*A* 遺伝子の塩基配列のうち，ミオシンの頭部（アクチンフィラメント上を動く部位）を指定する塩基配列を，シャジクモのミオシン頭部を指定する塩基配列に置き換えたミオシン遺伝子（*B* 遺伝子とする）を作った。A 変異体に *A* 遺伝子，もしくは *B* 遺伝子を導入したトランスジェニック植物（それぞれ A 導入植物，B 導入植物とする）を作製して，問 3 と同じ条件で細胞内の果粒が接眼ミクロメーター 10 目盛り分を通過する時間を測定したところ，A 導入植物では 5.3 秒，B 導入植物では 3.2 秒だった。なお，導入されたミオシンの細胞内での存在場所と量はいずれのトランスジェニック植物においても野生型と同じだった。a）下線部について，A 変異体で，原形質流動の速度が 0 μm/秒にならなかった理由を考察し，説明せよ。b）トランスジェニック植物を作製する際に植物に遺伝子を導入するために使用する原核生物の名称を答えよ。c）A 導入植物と B 導入植物での原形質流動の速度（μm/秒，有効数字 2 桁）を求めて明記した上で，シャジクモとシロイヌナズナのミオシン頭部の性質の違いを簡潔に説明せよ。なお，接眼ミクロメーター 1 目盛りの長さは，問 3 の（　b　）の値を用いること。

Ⅳ　以下の文章を読み，設問に答えよ。

生物が複雑なからだを構築するためには，様々な遺伝子が協調して発現する必要がある。生物の形態形成における $_1$複数の遺伝子の段階的な働きによる制御は，おもにショウジョウバエの発生の研究から明らかにされてきた。

$_2$ショウジョウバエの初期発生では，受精後まず細胞内に存在する母性効果遺伝子の働きによって，$_3$前後軸が決定される。その後，分節遺伝子の働きによって胚が区画化され，体節が形成される。まず，前後軸に沿って約 10 種類の（　ア　）遺伝子が発現する。続いて母性効果遺伝子と（　ア　）遺伝子の働きによって，複数の $_4$ペアルール遺伝子が発現する。次に，（　イ　）遺伝子がそれぞれの体節の特定の位置で 14 本の縞（しま）状に発現し，体節の中の前後を決める。そして，（　ア　）遺伝子とペアルール遺伝子の働きによって，複数の $_5$ホメオティック遺伝子が前後軸に沿って発現し，各体節の性質を決定する。

問 1　（　ア　）と（　イ　）の空欄に分節遺伝子の名称を入れよ。

問 2　下線部 1 について，遺伝子発現を調節するタンパク質を指定する遺伝子を一般に何というか。

問 3　下線部 2 について，ショウジョウバエの卵割様式を核の分裂に着目して説明せよ。

問 4　下線部 3 について，前後軸を決定するための母性効果遺伝子が指定するタンパク質であるナノスとビコイドは，どのようにして受精卵の前後軸を決定するのか，それぞれのタンパク質の濃度に着目して説明せよ。

問 5　下線部 4 について，ショウジョウバエ胚におけるペアルール遺伝子の大まかな発現部位を解答欄に図示せよ。

問 6　下線部 5 について，(a)ショウジョウバエ，ヒト，マウスなど多くの動物で共通している，ホメオティック遺伝子の染色体上での位置と胚での発現場所との関係を簡潔に説明せよ。(b)あるホメオティック遺伝子に突然変異が起こったショウジョウバエでは，胸部の第 3 体節が第 2 体節におきかわる。この突然変異体はどのような形態を示すか。