

令和4年度 入学試験問題

医学部 (Ⅱ期)

理科

注意事項

- 試験時間 令和4年3月5日、午後1時30分から3時50分まで
 - 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1)、(その2)
 - 生物(その1)、(その2)
 - 物理(その1)、(その2)
 - 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)
- 以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
- 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
 - 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
 - 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
 - 休憩のための途中退室は認めません。
 - 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上にのせ、挙手し、監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品を携行の上、退場して下さい。
 - 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙〔選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2)〕、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。

確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
 - 試験問題(冊子)と下書き用紙は持ち帰って下さい。
 - 試験終了後の会場退室に当たっては、誘導の指示に従って下さい。

生 物 (その1)

1 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

細胞の物語は一六六五年に始まった。科学アカデミーの草分けとして設立されたばかりのロンドン王立学会の会員、(ア)が見つけたんだ。科学ではよくあることだけれど、彼の発見のきっかけとなったのは新技術だった。ほとんどの細胞は小さすぎて裸眼では見えないから、細胞は十七世紀初頭に顕微鏡が發明されるまで発見されなかった。

(a)

(中略)

十八世紀から十九世紀始めにかけて、顕微鏡技術が進歩すると、科学者たちは、待ってましたとばかり、あらゆる種類の生き物の細胞を識別していった。「すべての動植物は、アニマルクルの集まりでできているのかもしれない」と推測する科学者もあらわれ始めた。

そして長い準備期間を経て、ついに完全な(イ)が誕生した。一八三九年、植物学者の(ウ)と動物学者の(エ)は、自分たちも含む研究者の成果の集大成として、こう記した^(注1)。

「A」

生命の基本的な構造単位が「細胞」だという明快な結論に科学が達した瞬間だ。

すべての細胞がそれ自体で一つの生命体だと生物学者たちが気づいたことで、さらに知見が深まっていった。こうした着想は、一八五八年に草分け的な病理学者のルドルフ・フィルヒョーが記した、次のような言葉によくあらわされている^(注2)。

「B」

つまり、細胞は、それ自体で生きている。生物学者が、動物や植物という多細胞体から細胞を取って、ペトリ皿と呼ばれる、底が平らなガラスやプラスチックの器の中で生かしておく行為は、この事実を鮮やかに証明している。

(中略)

とはいえ、(ウ)と(エ)によって打ち立てられた元々の(イ)には、重大なギャップがあった。「C」が説明できていなかったのだ。その後、細胞が一つから二つに分裂することで繁殖することに生物学者たちが気づき、「D」という結論に達したことで、このギャップは埋められた。

フィルヒョーは、「 E 」という標語で、この知見を世に広めた。この標語は、当時まだ一部で好まれていた、生命は無機物からうじゃうじゃ湧いてくるという、間違った考え方への反論となった。うじゃうじゃ湧くなんてことはないんだ。

ポール・ナース著 竹内薫訳 『WHAT IS LIFE? (ホワット・イズ・ライフ?) 生命とは何か』 一部省略

(注1) 多くの生物基礎の教科書では植物学者の(ウ)による発表が一八三八年、動物学者の(エ)による発表が一八三九年と記述されている。

(注2) 多くの生物基礎の教科書では一八五五年と記述されている。

問1 (ア)(ウ)(エ)に適切な人名を、(イ)に適切な語句を入れなさい。

問2 「 A 」~「 E 」に入る適切な文を以下の(1)~(5)から1つ選択しなさい。ただし以下の文は1回のみ使用し、2回使用することはない。

- (1) すべての細胞は細胞から生じる
- (2) 新しい細胞がどのようにして発生するか
- (3) あらゆる生命体は、本質的に似たパーツ、すなわち細胞でできている
- (4) 細胞は、すでにある細胞が二つに分裂することによってしか作られない
- (5) すべての動物は、生命の完璧な特徴を備えた『命の単位』の集まりなのだ

問 3. 下線部(a), 顕微鏡に関する以下の小問(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 図1右に示すようにスライドガラス上に小さく「2・」と書いた。図1左のように光学顕微鏡のステージにのせて観察したときに、どのように観察されるか。倍率は考慮に入れず、「2・」の「・」は解答用紙の視野の中央に書いた「・」とする。解答用紙の上・下・左・右を視野の奥・手前・左・右とする。観察される図形を丁寧に描きなさい。

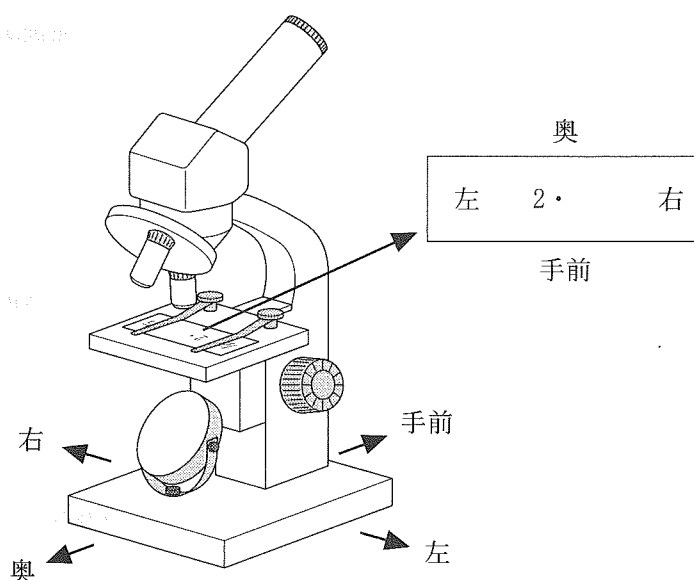


図1

- (2) 接眼マイクロメーター(1 cmの線分を100等分した目盛りがついてあり、0から10ごとに100までの数字が書き込まれている)を10倍の接眼レンズに入れ、10倍の対物レンズを用いて、対物マイクロメーター(1 mmの線分を100等分した目盛りがついてある)を観察したところ、図2のように観察された。顕微鏡で観察する物体について、接眼マイクロメーター1目盛りは何 μm の長さに相当するか答えなさい。割り切れない場合には小数点以下第二位で四捨五入しなさい。

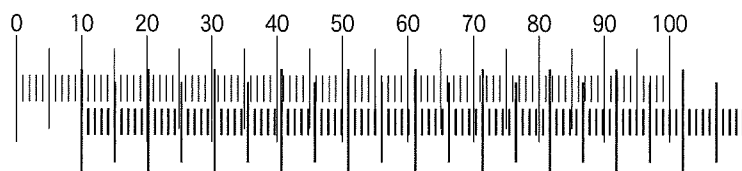


図2

(3) 上記(2)と同一倍率で池の水の観察を行った。そして図3に示すように3種類の生物①, ②, ③をスケッチした。③は②, ①に比べると小型であったため, ③の縮尺を倍にして描いた。生物の大きさが分かるように, ②, ①のときの接眼マイクロメーターのメモリを図3右に書き込んだ。②, ①, ③の生物の名称を答えなさい。また矢印④, ⑤で示した細胞内小器官の名称と働きを答えなさい。なお①, ③の内部に緑色の小器官を確認できたが, ②の内部には無かった。

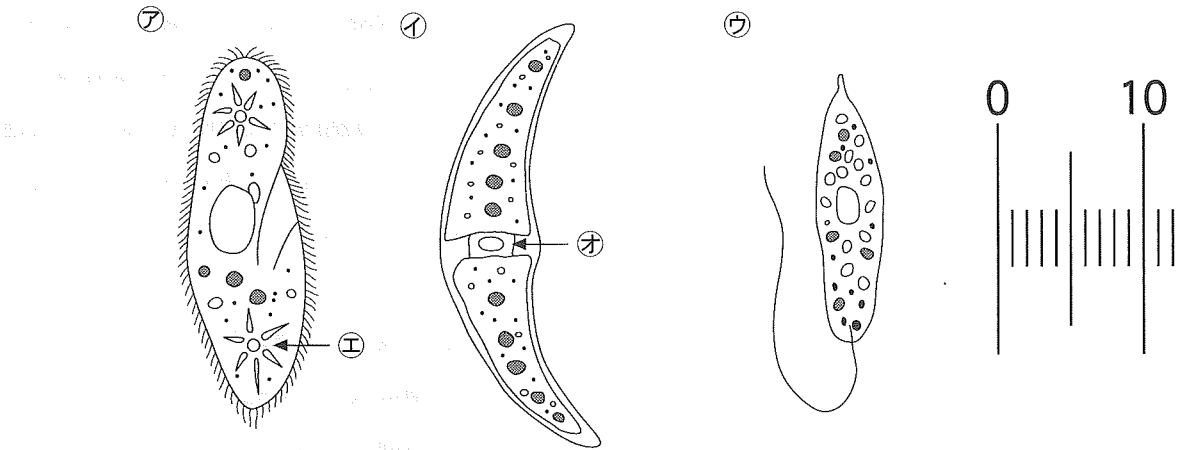


図3

2 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

植物は低温や乾燥、病原体感染、食害などのストレスに対してさまざまな防御策を持っている。

- ・低温に対する応答：コムギを2℃程度の低温で2週間ほど処理すると、温度を氷点下まで下げても枯れなくなる。このような現象は多くの植物で観察され、低温馴化という。低温馴化する前に急激に氷点下まで下がった場合には、植物は対応できずに枯れる。
- ・乾燥に対する応答：気孔の開閉は、これを構成する(ア)細胞が光量や水分量などに応答することで調節されている。気孔の開口に有効な光は(イ)色光で、(ウ)が光受容体として光情報をとらえ、(ア)^(a)細胞への K^+ の流入を促進して、細胞内の浸透圧を高める。浸透圧が高まると、水が細胞内に流入し、細胞壁を押し広げようとする圧力が生じる。この圧力を(エ)といい、この圧力により気孔が開く。乾燥状態におかれると、(オ)^(b)が葉で合成され、(ア)細胞に作用し、気孔を閉じさせる。
- ・病原体に対する応答：植物の表皮やクチクラ層は、病原体の侵入を物理的に防いでいる。これらにより防ぎきれず病原体が体内に侵入すると、病原体の構成成分が細胞膜にある受容体で受容され、ファイトアレキシンと呼ばれる抗菌物質の合成が誘導される。いろいろな種類の植物から多数の化合物がファイトアレキシンとして同定・単離されている。ファイトアレキシンは病原体の働きを低下させ、植物体を病気から守っている。この他、PRタンパク質と呼ばれる溶菌活性を持つタンパク質の誘導、自発的細胞死、細胞壁の硬化による病原体の閉じ込め、揮発性物質の産生による感染していない植物体への耐性誘導などさまざまな仕組みが明らかにされている。
- ・食害に対する応答：昆虫によって食害を受けると植物ホルモンの1つである(カ)が合成される。(カ)は昆虫の消化液に含まれるタンパク質分解酵素の阻害物質の合成を促進する。この阻害物質を多く含む植物を食べた昆虫はタンパク質を消化しにくくなるため、食害を抑えることができる。

問 1 (ア)~(カ)に適切な語句を入れなさい。

問 2 下線部(a)の気孔の開閉について以下の小問に答えなさい。なお(1)と(3)で分子式やイオン式を用いる場合、例えば H_2O はH₂, Oで各1字、 Ca^{2+} は1字、 HCO_3^- はH, C, O₃⁻で各1字として1マス内に書きなさい。

(1) 光により気孔が開く利点を30字以内の一文で答えなさい。

(2) 昼間に気孔を開かず、夜間に開く植物がいる。この植物の総称を答えなさい。

(3) 小問(2)の植物は、小問(1)の利点がないことを補うために、昼間に気孔を開ける植物とは異なる代謝経路を持っている。夜間に働く代謝経路について「に貯蔵する。」で終わり、この6字を含め30字以内の一文で説明しなさい。

問 3 下線部(b)、圧力により気孔が開くしくみについて説明しなさい。問1の(ア)細胞や(エ)については、(ア)細胞や圧力として説明してよい。また解答用紙の枠内に入れば、(ア)細胞を模式的に描いて説明してもよい。

解答欄

生 物 (その2)

3 次の文章を読み、以下の質問に答えなさい。

体液を体内で循環させている器官系を循環系と呼ぶ。主な循環系には血管系と(ア)系がある。脊椎動物の血管系は(イ)血管系で、動脈、静脈、毛細血管からなる。毛細血管を欠く血管系は(ウ)血管系と呼ばれる。(イ)血管系では血液中の液体成分が毛細血管からしみだして(エ)となり、(エ)は細胞との間でガス、栄養分、老廃物の交換を行ったのち、再び毛細血管へと戻る。

脊椎動物の体液は、細胞の正常な活動を維持するのに最も適した状態を作っていることから(オ)と呼ばれている。生体には、(オ)を一定に保とうとする仕組みがあり、これを(カ)という。体液には血しょう、(ア)液、(エ)が含まれる。血しょうとは血液の中で、有形成分の赤血球、血小板、白血球以外の液体成分のことである。

血管が傷つくと血小板が傷口に集まり、血小板から放出される血小板因子、傷ついた組織からの(キ)、血しょう中の(ク)やその他の血液凝固因子が協調して働き、(ケ)を活性化してトロンピンという酵素に変化させる。トロンピンは(コ)に作用して(サ)を形成する。(サ)は繊維状のタンパク質で、網目構造になっており、傷口で血球を絡め取って血べいを形成する。血液から血べいを除いた液体部分は(シ)と呼ばれる。

問 1 (ア)～(シ)に適切な語句を入れなさい。

問 2 (ア)系と血管系の構造的に異なる点を 30 字以内で答えなさい。

問 3 血しょうには無機塩類、タンパク質、グルコースなどが含まれるが、血しょうに含まれる無機塩類の中で最も多い陽イオンは何か答えなさい。

問 4 血液検査などにおいて、採血した血液にクエン酸ナトリウムを加えると血液凝固は抑えられる。この理由を簡単に説明しなさい。

問 5 止血された後に血管が修復されると、血べい中に取り込まれた酵素により(サ)が分解され、血べいは取り除かれる。^(A)

(1) (サ)を分解する酵素は何か答えなさい。

(2) 下線部(A)の血べいが取り除かれる仕組みのことを何と呼ぶか答えなさい。

(3) 血べいが取り除かれずにそのまま放置され、脳への血流が遮断された場合に引き起こされる疾患は何か答えなさい。

問 6 ヒトの血液型として ABO 式血液型があり、A 型、B 型、AB 型、O 型の 4 種類の血液型に分けられる。ABO 式血液型物質には、A 型物質、B 型物質、H 型物質がある。H 型物質の末端に N-アセチルガラクトサミンが結合したものが A 型物質であり、ガラクトースが結合したものが B 型物質である。A 型のヒトは *GTA* という遺伝子を持っていて、この遺伝子には H 型物質に N-アセチルガラクトサミンを付加する糖転移酵素を作るための遺伝情報が収められている。一方、B 型のヒトには *GTB* という遺伝子があり、こちらにはガラクトースを付加する別の糖転移酵素の遺伝情報が収められている。*GTA* タンパク質と *GTB* タンパク質は 4 つのアミノ酸が異なるだけであり、ABO 式血液型物質を合成する遺伝子は、一つ^(B)の遺伝子座に 3 つ以上の変異型が存在している遺伝子である。

- (1) A 型物質、B 型物質、H 型物質のうち、凝集原となるものを全て選びなさい。
- (2) 下線部(B)のような遺伝子のことを何と呼ぶか答えなさい。
- (3) O 型のヒトは、突然変異が生じた *GTA* 遺伝子を有している。この遺伝子の遺伝子産物はどのようなものと考えられるか。30 字以内で答えなさい。

4 次の文章を読み、以下の質問に答えなさい。

遺伝子に関してイギリスのベーツソンとパネットはスイートピーで交雑実験を行った。スイートピーは花の色(紫花と赤花)を現す遺伝子(B と b)と花粉の長さ(長花粉と丸花粉)を現す遺伝子(L と l)を持っている。 B は b に対して、 L は l に対してそれぞれ優性である。遺伝子型が $BbLL$ と $bbll$ である純系を用いた場合、メンデルの法則によると2遺伝子雑種の F_2 は表現型で紫花・長花粉：紫花・丸花粉：赤花・長花粉：赤花・丸花粉 = \boxed{A} になるはずである。しかしながら、実験では13.7：1：1：3.4となった。よってこれらの遺伝子は(ア)の関係にはないことが考えられた。また、花の色を現す遺伝子と花粉の長さを現す遺伝子の遺伝子が完全に(イ)しており、遺伝子の(ウ)が起こっていなければ F_2 の表現型は紫花・長花粉：紫花・丸花粉：赤花・長花粉：赤花・丸花粉 = \boxed{B} となるはずであるから、花の色を現す遺伝子と花粉の長さを現す遺伝子の(イ)は不完全で、 F_1 の配偶子ができるときに新しい遺伝子の組み合わせが生じたものと考えられた。さらに検定交雑を行ったところ、紫花・長花粉：紫花・丸花粉：赤花・長花粉：赤花・丸花粉 = 8：1：1：8であった。

問1 (ア)～(ウ)に適切な語句を入れなさい。

問2 \boxed{A} 、 \boxed{B} に当てはまる割合を答えなさい。

問3 花の色を現す遺伝子(B と b)と花粉の長さを現す遺伝子(L と l)との間の組換え価(%)を小数点第1位まで求めなさい。

問4 上記のスイートピーの遺伝子型が $Bbll$ と $bbLL$ である純系を交雑すると F_1 は全て紫花・長花粉であった。この F_1 を自家受粉させ F_2 を作った場合、 F_2 の表現型の分離比を求めなさい。

問5 アメリカのモーガンらはショウジョウバエを用いて交雑実験を行い、遺伝子は染色体に存在し、一定の順序に配列しているという説を確立した。そこで組換え価は同一染色体に存在する遺伝子間の相対的な距離を表していると考え、三点交雑により、各遺伝子の配列状態を図示した。これを染色体地図という。実際に染色体地図を作成してみると、遺伝子の配列順序は同じであるが、遺伝子間の距離に違いが見られる。現在では調べたい遺伝子と相補的なヌクレオチド鎖を蛍光色素で標識し、目的の遺伝子と結合させて遺伝子座を決定するという方法ができるようになった。この方法により正確な染色体地図を作成することが可能となっている。

(1) 下線部(A)の説は何と呼ばれているか答えなさい。

(2) 下線部(B)はどのようなものか50字以内で説明しなさい。

(3) 下線部(C)においてこのような違いが現れる原因にはどのようなことが考えられるか50字以内で説明しなさい。

(4) 下線部(D)の方法は何と呼ばれているか答えなさい。