

平成 25 年 度 入 試
個別学力試験問題(前期日程)

生 物

注 意

1. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題紙は 14 ページ，解答用紙は 5 枚です。指示があつてから確認し，解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. 計算は問題紙の余白を使用してください。
4. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 試験終了後，問題紙は必ず持ち帰ってください。

1 次の文章を読み、下記の問い(問1～問6)に答えよ。

生物は、水、核酸、タンパク質、脂質、炭水化物、無機物などから構成されている。なかでも、核酸の一種であるDNAは、エイブリーやハーシーとチェイスによる研究から遺伝子の本体であることが明らかにされた。そして、1953年にワトソンとクリックによってDNAの分子構造が示された。DNAは、糖、リン酸および塩基からなるヌクレオチドが多数つながってできている。その塩基には、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)の4種類があり、ヌクレオチドはそのいずれかを含んでいる。真核生物では、細胞の核に含まれるDNAの遺伝情報は、まずRNAに写し取られる。この写し取られたRNAは、多くの場合、スプライシングを経て完成した伝令RNAとなる。完成した伝令RNAは核膜孔を通じて細胞質基質へ移動したのちリボソームに付着し、そこで伝令RNAの情報にもとづいて、タンパク質が合成される。合成されたタンパク質は、筋肉や、爪、毛などの成分として使われたり、生体内の化学反応を円滑に進めるために使われたりする。

問1 下線部(1)で示された、DNAに特徴的な立体構造を何とよぶか、答えよ。

問2 下線部(2)の過程を何とよぶか、答えよ。また、この過程でヌクレオチドをつなげる反応を触媒するタンパク質の名称を答えよ。

問3 RNAに関して述べた下記の(a～e)の文のうち、間違っているものを二つ選び、記号で答えよ。

- a. RNAは、糖、リン酸、および塩基から構成されている。
- b. RNAを構成する糖は、デオキシリボースである。
- c. 伝令RNAは、半保存的に複製される。
- d. 伝令RNAの塩基配列は、鋳型となるDNAの塩基配列と相補的である。
- e. リボソームは、主にRNAとタンパク質とで構成されている。

問4 下線部(3)の過程を、40字以内で説明せよ。

問 5 下線部(4)の過程に関する以下の問いに答えよ。

- (1) この過程を何とよぶか、答えよ。
- (2) この過程はリボソームで行われるため、20種類のアミノ酸をリボソームに運ぶ必要がある。この役割を果たす RNA の名称を答えよ。また、この RNA が、アミノ酸を指定する伝令 RNA のトリプレットと結合するために持っている、3個のヌクレオチドからなる配列の名称を答えよ。
- (3) 下線部(4)の過程において、リボソームに運ばれたアミノ酸はとなりのアミノ酸と結合し、タンパク質合成が進行する。このアミノ酸どうしの結合を何とよぶか、答えよ。
- (4) 図1は左から右に写し取られた伝令 RNA の塩基配列の一部を表したものである。この伝令 RNA から合成されるタンパク質の4番目のアミノ酸は何か、答えよ。ただし、1番目のアミノ酸をメチオニンとし、遺伝暗号表は表1に示す。

AUGACAAGUCCUACU

図 1

- (5) 図1の伝令 RNA の塩基配列を指定する DNA に変化が起きたため、下線を引いたアデニン(A)とグアニン(G)を持つヌクレオチドの間に、新たに一つのヌクレオチドが挿入された伝令 RNA が合成された。この伝令 RNA から合成されるタンパク質の4番目のアミノ酸がセリンであったとき、挿入されたヌクレオチドが持つ塩基は何か、答えよ。ただし、1番目のアミノ酸をメチオニンとし、遺伝暗号表は表1に示す。

表1 遺伝暗号表

1 番目の塩基	2 番目の塩基				3 番目の塩基
	U	C	A	G	
U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U C A G
	ロイシン		(終止)	(終止) トリプトファン	
C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U C A G
			グルタミン		
A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U C A G
	メチオニン		リシン	アルギニン	
G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U C A G
			グルタミン酸		

問 6 下線部(5)に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 下線部(5)の働きをするタンパク質を一般に何とよぶか、答えよ。
- (2) 下線部(5)の働きをするタンパク質を、下記の(a～e)からすべて選び、記号で答えよ。

- a. コラーゲン
- b. カタラーゼ
- c. ケラチン
- d. トロンビン
- e. DNA リガーゼ

2 次の文章を読み、下記の問い(問1～問5)に答えよ。

被子植物の生殖器官は花であり、おしべの先端の **ア** の中では、**イ** (核相 $2n$) が減数分裂を行って、4個の **ウ** (核相 n) になり、それぞれが花粉に発達する。成熟した花粉では花粉管細胞の中に **エ** が存在している。**エ** は将来分裂して2個の精細胞となる。めしべの胚珠では胚のう母細胞(核相 $2n$) が減数分裂を行って4個の細胞が生じ、そのうち1個が胚のう細胞(核相 n) となる。胚のう細胞はその後核分裂を3回くり返して8個の核を持つ胚のうとなる。成熟した胚のうでは、8個の核のうち6個の核のまわりにはそれぞれしきりができ、1個は卵細胞、2個は助細胞、3個は反足細胞となる。⁽¹⁾ 残りの2個の核は中央にとどまり中央細胞の極核となる。

花粉はめしべの柱頭につくと発芽して花粉管をのばし、やがて花粉管の先端は胚のうに達する。花粉管を通して2個の精細胞が胚のうに運ばれ、2個の精細胞のうち1個は卵細胞と受精して受精卵を作る。 受精卵は細胞分裂をくり返し、⁽²⁾ 幼芽、子葉、胚軸、幼根からなる胚になる。 ⁽³⁾ 胚のうを包む珠皮が変化して種皮になり種子が形成されると、この段階で発生の進行が止まり、胚は休眠状態に入る。

発芽後、植物のからだの細胞は細胞分裂を活発に行う分裂組織から作り出されていく。茎や根の伸長成長は **オ** 分裂組織によってもたらされ、肥大成長は木部と師部のあいだにある **カ** の働きによりおこる。このような分裂組織の働きにより植物のからだが出来ていく。

種子植物のからだは、葉、茎、根の三つの器官に分けることができる。これらの器官はそれぞれ表皮系、維管束系、基本組織系の三つの組織系に分けられる。基本組織系には、柔細胞、厚角細胞、厚壁細胞があり、これらの細胞が集まって組織を作っている。柔細胞からなる組織は柔組織とよばれ、葉においては柔組織 ⁽⁴⁾ の細胞は葉緑体を持ち光合成を行う。

問 1 文章中の空欄(ア～カ)に最も適切な語句を答えよ。

問 2 図 1 は成熟した胚のうの一部を模式的に表したもので、1 個の卵細胞および 2 個の極核が描かれている。解答欄の図に、下線部(1)の 2 個の助細胞および 3 個の反足細胞を描き加えて、成熟した胚のうの模式図を完成させよ。細胞の名称は卵細胞の例にならって示せ。

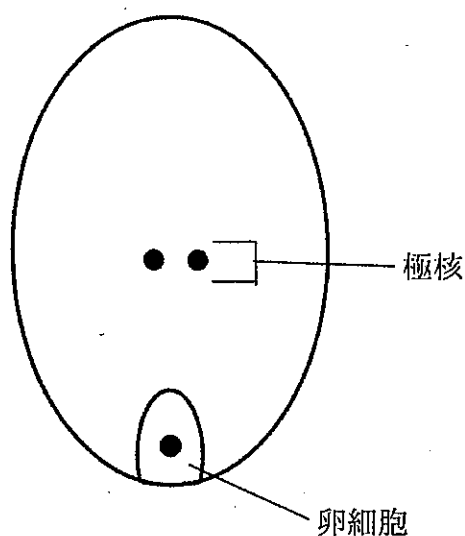


図 1

問 3 下線部(2)に関して、卵細胞と受精しないもう 1 個の精細胞は、その後どうなるか、40 字以内で説明せよ。

問 4 下線部(3)の過程を模式的に表すと、図 2 のようになる。この図について、以下の問いに答えよ。

- (1) 発生段階 D において形成された a および b の部位の名称を、それぞれ答えよ。
- (2) 発生段階 F の種子中の胚において、幼芽および幼根はどの部分にできているか。それぞれ解答欄の図中に、黒く塗りつぶして示せ。

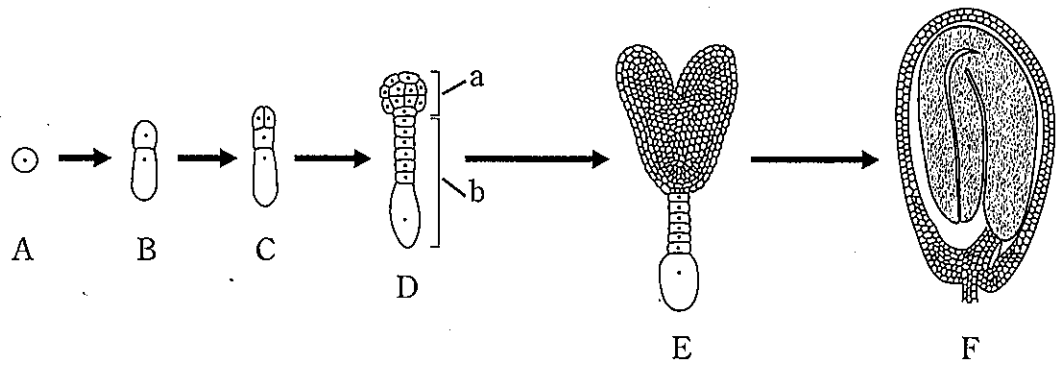


図 2

問 5 図 3 は典型的な葉の断面を模式的に表し、下線部(4)の柔組織を示したものである。c および d の柔組織はいずれも葉緑体を持つ細胞からなるが、特徴的な形態からそれぞれ別の組織名がついている。これらについて、以下の問いに答えよ。

- (1) c および d の組織名を答えよ。
- (2) c および d の形態の特徴と、その形態が光合成においてどのように役立っているかを、それぞれ 40 字以内で答えよ。

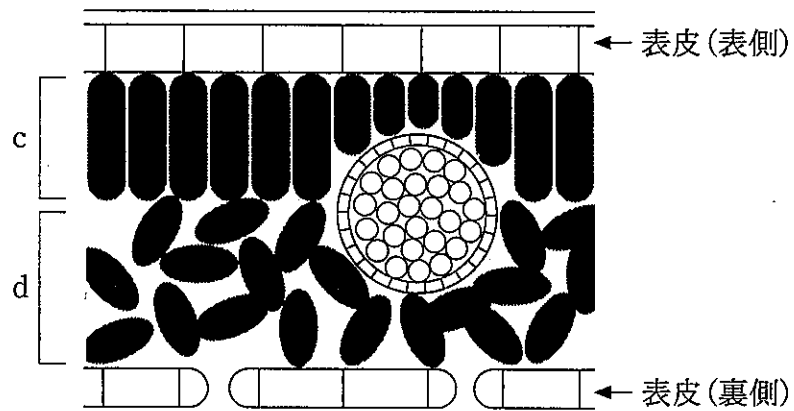


図 3

3 次の文章を読み、下記の問い(問1～問6)に答えよ。

生物のからだを動かす仕組みとして、筋肉の収縮や真核生物の鞭毛・繊毛運動などがよく知られている。これらの運動は、ATPの エネルギーを細胞の変形に利用する点で共通している。⁽¹⁾骨格筋は横紋筋の一種であり、通常その両端は固く収縮性に乏しい で骨と結ばれている。骨格筋は運動に特化した細胞である筋細胞の束で構成されている。筋細胞は別名 ともよばれており、細胞内には収縮の主体となる が集まっている。 は、 で区切られたサルコメアとよばれる収縮単位が収縮方向に連なっており、個々のサルコメアが収縮することで筋細胞は収縮し、筋肉全体も収縮することになる。筋細胞をある種の光学顕微鏡で観察すると、収縮時にはサルコメアの幅と の幅は狭くなるが、 の幅は変わらないこと⁽²⁾が分かる。さらに、筋細胞を電子顕微鏡で観察すると、太いフィラメントと細いフィラメントが規則正しく配列していることが分かる。また、筋細胞の細胞膜直下⁽³⁾には数多くの袋状構造が観察される。

問1 文章中の空欄(ア～キ)に最も適当な語句を答えよ。

問2 下線部(1)のATPの大半を産生する細胞小器官は何か、その名称を答えよ。また、この細胞小器官の構造を説明せよ。

問3 下線部(2)の観察において、 の幅と同じものはどれか。下記の(a～e)から一つ選び、記号で答えよ。

- a. 太いフィラメントの直径
- b. 太いフィラメントの長さ
- c. 細いフィラメントの直径
- d. 細いフィラメントの長さ
- e. 太いフィラメントの中央部から細いフィラメントの中央部までの長さ

問 4 筋細胞内の太いフィラメントと細いフィラメントを構成している主なタンパク質は何か，その名称をそれぞれ答えよ。

問 5 下線部(3)の袋状構造の名称を答えよ。また，その働きについて，以下の語句をすべて用いて説明せよ。

(興奮，収縮，弛緩)

問 6 ATPの添加に伴って起こる筋の収縮を観察する場合，グリセリン筋がよく用いられる。その理由について説明せよ。

4 次の文章を読み、下記の問い(問1～問5)に答えよ。

カワムツは西日本の河川によく見られる淡水魚で、大きい個体では全長が20 cm を超える。この魚は、昼間明るいところでは体側に黒い縦じまが見られるが、夜になって暗くなると体側の黒い縦じまは見えなくなり、魚全体が透明感のある淡色になる。この体色変化は、主に鱗^{うろこ}上にある色素胞とよばれる細胞によって引き起こされる。体色変化が起こる際には、色素胞自体の大きさは変化しないが、色素胞の中に含まれる色素顆粒^{かりゅう}という色素をもった小さな粒が、中心部に凝集したり色素胞全体に拡散したりする。この色素顆粒の運動は、交感神経やホルモンなどによって調節されている。

カワムツ体側の黒い縦じまの部分から鱗を1枚引き抜き、淡水魚用の生理的塩類溶液(以後塩類溶液とよぶ)に浸して、接眼マイクロメーターを入れた10倍の接眼レンズと、40倍の対物レンズを用いて顕微鏡観察を行った。図1Aは色素顆粒が最も拡散したときの色素胞の模式図であり、図1Bは、塩類溶液をそれと同じ浸透圧のKCl溶液に置き換え、色素顆粒が最も凝集したときの色素胞の模式図である。KCl溶液は、神経に作用して神経伝達物質を放出させる働きがある。一方、⁽²⁾塩類溶液を、ある濃度のノルアドレナリン(交感神経の末端から放出される神経伝達物質である)を含む塩類溶液に置き換えたところ、図1Cのような結果になった。そこで、さらにいろいろな濃度のノルアドレナリンを含む塩類溶液に置き換えて、色素顆粒の凝集・拡散の様子を観察した。このとき、図1に示した接眼マイクロメーターの目盛りを使って色素顆粒の先端の位置を計り、色素胞内の色素顆粒が動く様子を計測した。記号(a～g)は、それぞれの位置で読み取った接眼マイクロメーターの目盛りの値を示している。

問1 色素胞の観察の後に、対物レンズと接眼レンズを変えずに対物マイクロメーター(最小目盛りが $10\mu\text{m}$)をみると、図2のようであった。図1に示した色素胞の左右両端間の距離(x)は何 μm か、小数点第1位を四捨五入した値を求めよ。

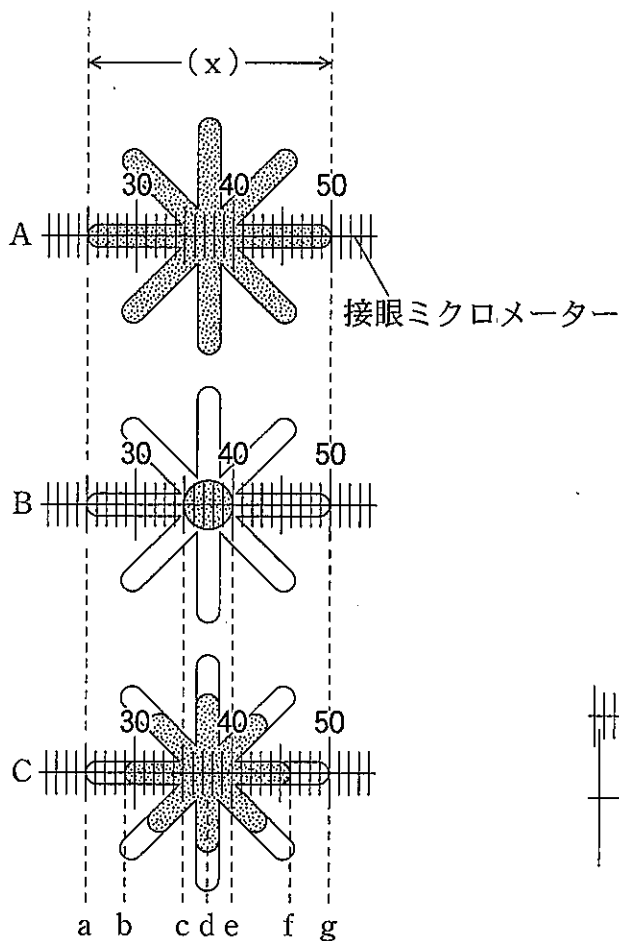


図 1

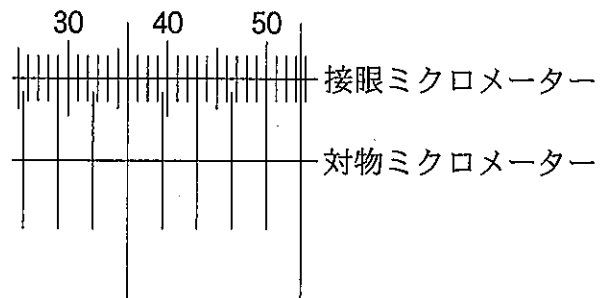


図 2

問 2 色素顆粒の拡散度に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 図 1 C に示した色素胞における、色素顆粒の拡散度を表す式を次のように定義した。

$$\text{拡散度} = \frac{(f-b) - (e-c)}{\boxed{}} \times 100(\%)$$

$\boxed{}$ に最も適当な式を、a~g の記号を用いて表せ。ただし、拡散度は、色素顆粒が最も拡散したとき(図 1 A)を 100%，最も凝集したとき(図 1 B)を 0% とする。

- (2) 図 1 C の状態のときの色素顆粒の拡散度(%)はいくらか、小数点第 1 位を四捨五入して求めよ。

- (3) 塩類溶液中のノルアドレナリンの濃度を変えたときの色素顆粒の拡散度を求めて、結果を図3に示した。色素顆粒が図1Cの状態のとき、塩類溶液に含まれるノルアドレナリンの濃度はいくらか、有効数字を2桁とし、単位は%濃度で答えよ。

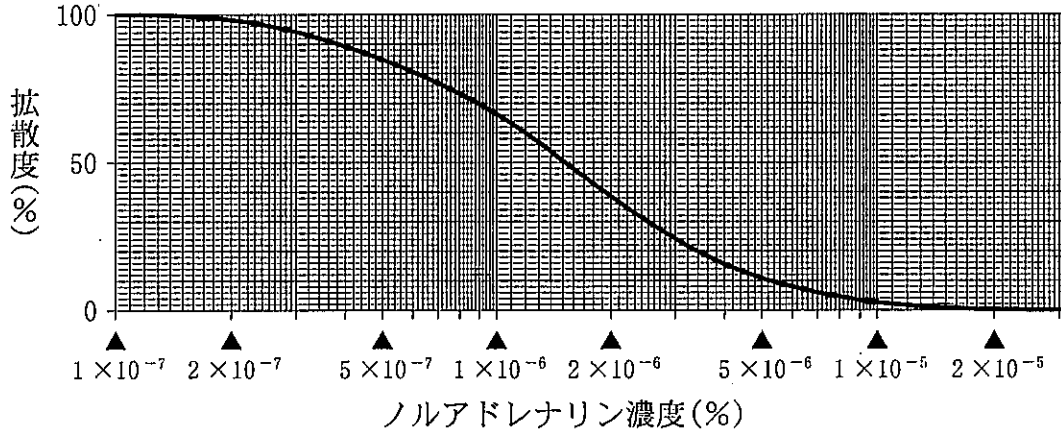


図3

- 問3 カワムツを一日中暗やみの中で飼育したとき、体色は淡いまま変化しなかった。それでは、下線部(1)の変化が起こるのはなぜか。下記の文(a~e)の中から可能性として考えられる理由をすべて選び、記号で答えよ。
- 鱗の色素胞の色素顆粒を凝集させる働きを持つホルモンが脳から分泌されており、その分泌は光により抑制されるから。
 - 鱗の色素胞にある色素顆粒は、光が当たると拡散し、暗いときには凝集する性質があるから。
 - 鱗の色素胞に分布する交感神経は、光を受けると興奮し、暗いときには静止状態にあるから。
 - 鱗の色素胞における色素顆粒の移動は、概日リズム(昼間に色素顆粒が拡散し、夜間に凝集する)の影響を最も強く受けるから。
 - 鱗の色素胞には光を受容するタンパク質が存在し、光を受けると色素顆粒の拡散を引き起こすから。

問 4 下線部(2)を証明するために、最も適切と考えられる実験は何か、下記の実験(a～d)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- a. 種々の濃度の KCl 溶液で鱗標本を刺激する。
- b. 神経を除去した鱗標本を作製し、KCl 溶液で刺激する。
- c. 色素胞の細胞膜上にあるカリウムチャンネルを阻害剤でブロックした鱗標本を作製し、KCl 溶液で刺激する。
- d. 電気刺激で色素顆粒が凝集することを確認した後、KCl 溶液で鱗標本を刺激する。

問 5 鱗上にある神経に電気刺激を与えても、鱗上にある色素胞は反応し、色素顆粒が移動する。しかし、電気刺激を与えてから目に見える反応が色素胞に現れるまでの時間は、骨格筋の神経に電気刺激を与えて筋肉が反応するまでの時間と比べて 1000 倍以上の時間が必要である。色素胞の場合、神経を刺激してから反応が現れるまでになぜ長い時間がかかるのか、最も適切な理由を下記の(a～d)の中から一つ選び、記号で答えよ。

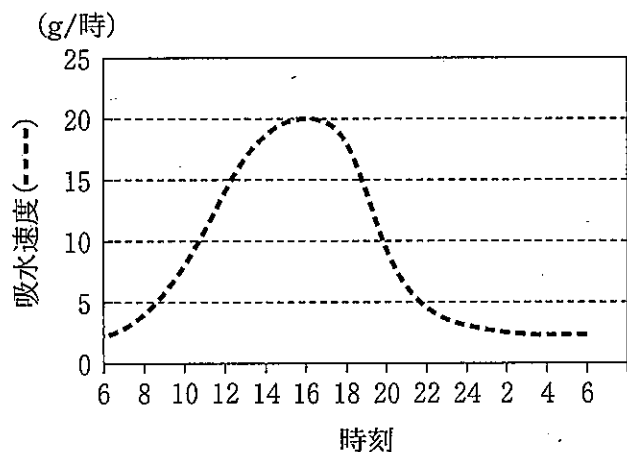
- a. 交感神経では電気刺激による膜の興奮に時間がかかるから。
- b. 交感神経では跳躍伝導が起こらず、伝導速度が遅いため時間がかかるから。
- c. 筋肉の場合は神経への電気刺激がシナプスを飛び越えて直接伝わるが、色素胞の場合はシナプスを介して刺激が伝わるから。
- d. 神経伝達物質が色素胞の受容体に結合したという信号が細胞内に伝わってから、色素顆粒が移動するまでに時間がかかるから。

5 次の文章を読み、下記の問い(問1～問4)に答えよ。

生物が生きていくために、水は必要不可欠である。そのため、陸生の植物は根とよばれる器官により、水の吸収を行っている。根の表面には **ア** が発達し、土壌中の水を効率よく吸収できるようになっている。水が土壌から **ア** の細胞に移動できるのは、**イ** の差によって吸水力が働くからである。取り込まれた水は根の組織の大部分を占める **ウ** を通過して、木部の **エ** に移動する。**エ** の水には、押し上げる力である **オ** が働き、水は上部へと移動していく。そのときに、水が茎の中を途切れずに上昇することができるのは、水分子間に働く **カ** 力による。葉に達した水は、二つの **キ** 細胞で構成される気孔から蒸気として放出される。このような、植物体からの水の蒸発を **ク** とよんでいる。気孔の開閉は、光や温度などの影響を強く受ける。また、植物ホルモンの中には気孔を閉じる作用を持つものが知られている。植物ホルモンの ⁽¹⁾**ケ** は、**キ** 細胞に作用して脱水を引き起こし、細胞壁にかかる力である **コ** を減少させる。その結果、気孔が閉じ、水分の排出は抑えられる。

問1 文章中の空欄(ア～コ)に最も適当な語句を答えよ。

問2 右の図は、ヒマワリの吸水速度の一日の変化を示している。このとき、気孔から蒸気として放出される単位時間当たりの水分放出量、すなわち水分放出速度はどのような変化を示すか、解答欄に示してある吸水速度の図に実線で描き加えよ。



問 3 気孔の開閉には、それを構成する細胞の構造が大きく関係している。その構造上の特徴について 30 字以内で説明せよ。

問 4 下線部(1)の植物ホルモンについて、このホルモンを正常に合成することができる植物(野生型とよぶ)と、これと同種の植物で、この植物ホルモンを合成できない植物(変異型とよぶ)をいずれも乾燥した環境条件に置いて生育させた。このとき、野生型は正常に生育したのに対し、変異型は途中で枯死してしまった。野生型との比較から、変異型が枯死した理由を 150 字以内で説明せよ。