令和４年度　公立学校教員採用候補者選考試験問題

理科(生物)

注意　答はすべて解答用紙の解答欄に記入すること。

第１問題　次の問に答えよ。

問１　滑車などの道具と力について、次の（１）～（５）に答えよ。ただし、滑車とひもの質量は無視できるものとする。

（１）定滑車と動滑車のはたらきとして適切な組合せを、Ａ～Ｄから一つ選び、記号で答えよ。

	定滑車	動滑車
A	力の向きを変える。	力の向きを変える。
B	力の向きを変える。	持ち上げる力の大きさを半分にする。
C	持ち上げる力の大きさを半分にする。	力の向きを変える。
D	持ち上げる力の大きさを半分にする。	持ち上げる力の大きさを半分にする。

（２）図１のように組み合わせた滑車を用いて、重さ 48 Ｎの物体を 30 cm持ち上げる。このとき、ひもを引く力の大きさ［N］と引く距離［cm］を答えよ。

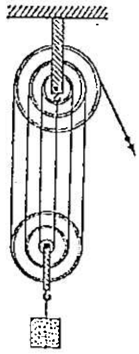

図１

（３）（２）では、この装置を用いず直接持ち上げた場合と比べて、人が直接加える力の大きさは小さくなったが、ひもを引く距離が長くなっている。このように、道具を用いると力は小さくて済むが、必要な仕事の大きさ（量）は変わらないことを何というか、答えよ。

（４）次に、図２のように組み合わせた滑車について考える。このような方法で動滑車をn個（図２では３個）組み合わせた装置を用いて、重さW［N］の物体をL［m］持ち上げる場合、ひもを引く力の大きさと引く距離はいくらになるか、nを用いて答えよ。

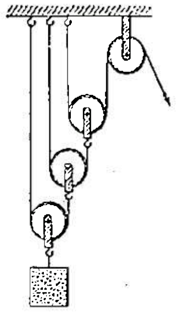

図２

（５）滑車を用いた装置のように、加えるのは小さな力だが、直接仕事をするところでは大きな力となるようにする方法として、「油圧」を用いる方法がある。この方法を「パスカルの原理」で説明せよ。ただし、文中に「圧力」という語を用いること。

問２　表１は、塩化ナトリウムと硝酸カリウムの水に対する溶解度（g/100 g水）を各温度ごとに示したものである。表１を用いて、後の（１）～（３）に答えよ。

表１

	10 ℃	20 ℃	60 ℃	80 ℃
塩化ナトリウム	37.7	37.8	39.0	40.0
硝酸カリウム	22.0	31.6	109	169

（１）80 ℃における塩化ナトリウムの飽和溶液の質量パーセント濃度は何％か、有効数字３桁で答えよ。

（２）60 ℃の硝酸カリウムの飽和溶液 100 g を 20 ℃に冷却すると、何 g の結晶が析出するか、有効数字３桁で答えよ。

（３）硝酸カリウムに少量の塩化ナトリウムが含まれる混合粉末Ｘが 100 g ある。この混合粉末Ｘ 100 g を 60 ℃の水 100 g に完全に溶かした後に 10 ℃に冷却すると、純粋な硝酸カリウムの結晶が 75.4 g 得られた。混合粉末Ｘ中に含まれていた塩化ナトリウムの質量の割合は何％か、有効数字３桁で答えよ。

問３　植物の光合成について、次の（１）～（４）に答えよ。

（１）植物の葉を用いて、いくつかの条件を組み合わせて【実験１】を行い、二酸化炭素が光合成に使われるかどうかを調べた。後の①、②に答えよ。

【実験１】

手順１：図３のように３本の試験管（あ）～（う）を用意し、（あ）と（い）にタンポポの葉を入れる。（う）には何も入れない。

手順２：手順１で準備した試験管（あ）～（う）に、ストローで息をふきこみ、ゴム栓でふたをする。（い）にはアルミニウムはくを巻く。

手順３：手順２で準備した試験管（あ）～（う）に 30 分間、光を当てた後、それぞれの試験管に少量の石灰水を入れ、ゴム栓をしてよく振る。

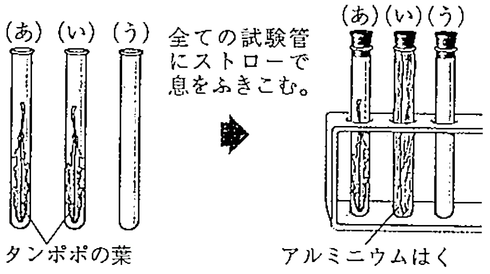

図３

結　果：試験管（あ）～（う）のうち２本は石灰水が白濁したが、１本は白濁しなかった。

①【実験１】について、生徒同士で次の会話があった。［ア］～［エ］にあてはまる試験管（あ）～（う）の記号の組合せとして、最も適切なものをＡ～Ｆから一つ選び、記号で答えよ。

生徒Ⅰ「光合成を行わなくても、植物があれば二酸化炭素は減るかもしれないよ。」
生徒Ⅱ「試験管［ア］と［イ］の結果を比較してみたら分かるよ。」
生徒Ⅰ「植物がなくても、光を当てれば二酸化炭素が減るかもしれないよね。」
生徒Ⅱ「それは、試験管［ウ］と［エ］の結果を比較してみたら分かるよ。」

	ア	イ	ウ	エ
A	(あ)	(い)	(あ)	(う)
B	(あ)	(い)	(い)	(う)
C	(あ)	(う)	(あ)	(い)
D	(あ)	(う)	(い)	(う)
E	(い)	(う)	(あ)	(い)
F	(い)	(う)	(あ)	(う)

②【実験１】で、石灰水が白濁しなかったのは、どの試験管か、(あ）～（う）から一つ選び、記号で答えよ。

（2）植物の光合成では、光エネルギーを有機物がもつ化学エネルギーへ変換している。このとき、エネルギーの変換の仲立ちをし、「エネルギーの通貨」にも例えられる物質の名称を答えよ。

（3）植物は、光合成によって生産した有機物を大きく二つの目的のために利用している。これについて、次の文の［オ］にあてはまる語を答えよ。

> 植物は、光合成で生産した有機物を、からだを構成する物質の合成に用いるとともに、［オ］によって分解することで生命活動のエネルギーを取り出している。

（4）【実験１】から、植物に光を当てると二酸化炭素が光合成に使われることを学んだ後に、生徒同士で次の会話があった。

> 生徒Ⅰ「明るさが違うと光合成の速さって変わるのかな。」
> 生徒Ⅱ「明るさで光合成の速さが変わるのかは、【実験１】では分からないよ。」

その後、生徒たちは「植物の光合成の速さは明るさが増すと速くなる」と仮説を立て、【実験２】の計画を立てた。後の①、②に答えよ。

【実験２】

手順１：(a) 炭酸水素カリウムを加えた緩衝液を入れた500 mLビーカーに、茎をかみそりでななめに切った水草をさかさまにして入れる。そして図４のように、(b) この水草を入れたビーカーと光源との間に水の入った１Lビーカーを置く。そして、水草の入ったビーカーの水温を測定する。

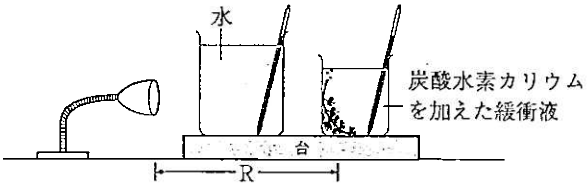

図４

手順２：光源をできるだけ水草に近づけ、そのときの光源と水草までの距離Rを測定する。

手順３：水草に光を当て、茎からの気泡の出方がほぼ一定になったら、10個の気泡が出るのにかかる時間をストップウォッチで測定する。測定は３回行う。

手順４：測定終了後、二つのビーカー内の水温を測定する。

手順５：光源から水草までの距離Rを変化させて、手順２～手順４を行う。

① 下線部（a）の処理は、何のために行うのか、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。

A　500 mLビーカー内のpHを一定に保つため。

B　500 mLビーカー内の二酸化炭素量を一定に保つため。

C　500 mLビーカー内の余分な酸素を取り除くため。

D　500 mLビーカー内の余分な二酸化炭素を取り除くため。

② 下線部（b）で、水草を入れたビーカーと光源との間に水の入ったビーカーを置く理由は何か、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。

A　有害な紫外線を吸収させるため。

B　光を拡散させ、水草に均一に光を当てるため。

C　光源の光を自然の光に近い状態にするため。

D　水草を入れたビーカーの水温を光源の熱で上昇させないため。

問４　フェーン現象をモデル実験するため、図５のように密閉容器にゴム風船等を入れた装置で実験を行った。ゴム風船内のはじめの状態を調べたところ、気圧は1000ｈＰａ、温度は20℃であった。その後、ポンプを用いて容器内の気圧を下げたり上げたりして、ゴム風船内の気圧、温度及び様子を記録した。【記録１】～【記録３】について、後の（１）～（３）に答えよ。ただし、ゴム風船のゴム膜は熱と空気を通さないものとする。

【記録１】密閉容器内の気圧を下げると、ゴム風船内の温度が下がった。ゴム風船内の気圧が950ｈＰａになるとゴム風船内に水滴ができはじめ、このときを境にして温度の下がる割合が［　カ　］なった。
【記録２】さらに、気圧を下げると、水滴が風船の底にたまったので、空気の出入りがないようにして(c) <u>その水を注射器で取り除いた</u>。(d) <u>このとき風船内の水蒸気の圧力は、その温度での飽和水蒸気圧に達していた</u>。
【記録３】気圧を1000ｈＰａに上げると、風船内の温度は［　キ　］なった。

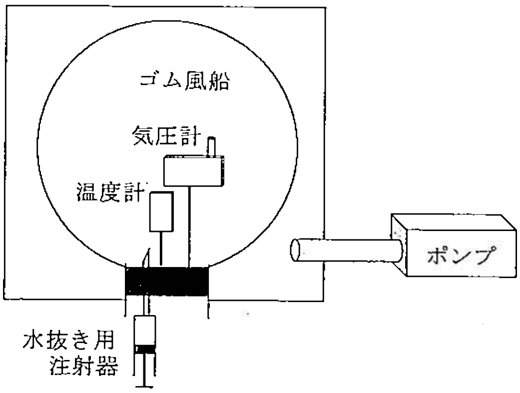

図５

（１）［　カ　］、［　キ　］にあてはまる語句として最も適当な組合せをＡ～Ｆから一つ選び、記号で答えよ。

	カ	キ
A	大きく	20℃より高く
B	大きく	20℃に
C	大きく	20℃より低く
D	小さく	20℃より高く
E	小さく	20℃に
F	小さく	20℃より低く

（２）下線部（ｃ）は、フェーン現象のどのような状況に対応したものか、最も適当なものをＡ～Ｄから一つ選び、記号で答えよ。
Ａ　上昇気流が発生した。
Ｂ　水蒸気が凝結して雲が発生した。
Ｃ　地面に雨が降った。
Ｄ　乾燥した風が吹いた。

（３）下線部（ｄ）に関連して、このときの風船内の状態を述べた文はどれか、最も適当なものをＡ～Ｄから一つ選び、記号で答えよ。
Ａ　風船内の温度は、風船内の露点（露点温度）より高い。
Ｂ　風船内の水蒸気の圧力は、はじめの状態での水蒸気の圧力より高い。
Ｃ　風船内の飽和水蒸気圧は、はじめの温度での飽和水蒸気圧より低い。
Ｄ　風船内の相対湿度が、100％になっていない。

問5　中学校学習指導要領（平成29年告示）解説「理科編 第1章 総説」及び高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説「理科編理数編 第1部 第1章 総説」には、資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージが示されている。

高等学校基礎科目の例として記載されている「学習過程例（探究の過程)」について、図6の［ク］～［サ］にあてはまる語句を答えよ。

資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ（高等学校基礎科目の例）

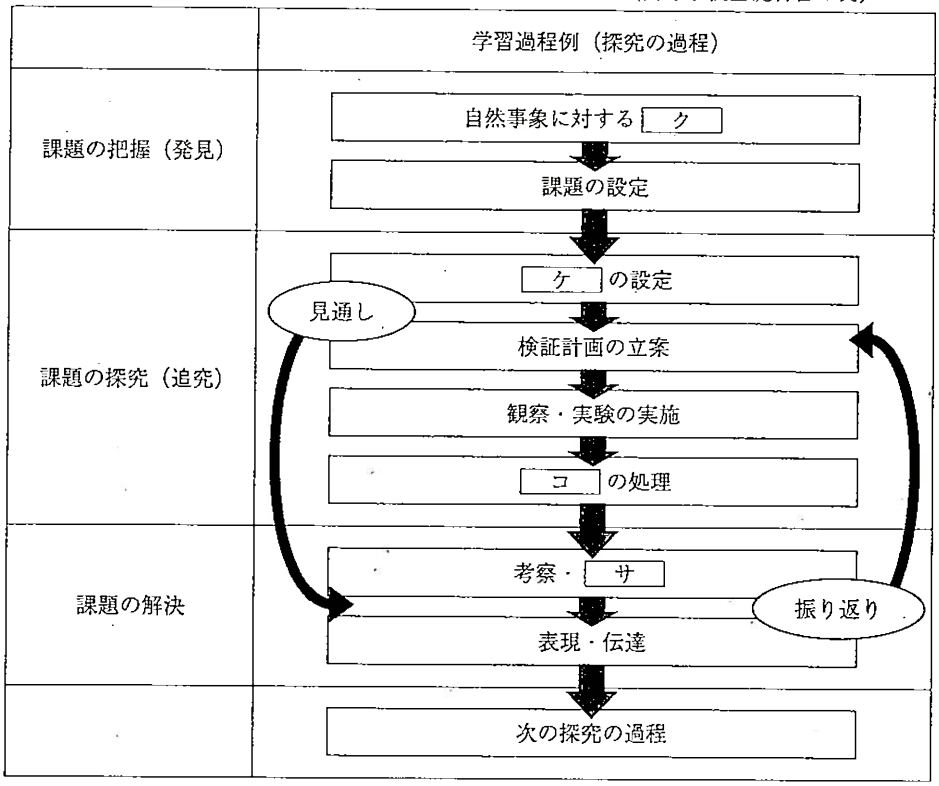

図6

第２問題　ＤＮＡと遺伝子について、次の問に答えよ。

問１　下記で示したＤＮＡの抽出実験について、後の（１）、（２）に答えよ。

手順１：ブロッコリーの［　ア　］をはさみで乳鉢に切り落とす。
手順２：［　ア　］を乳鉢でペースト状になるまでよくすりつぶす。
手順３：蒸留水に［　イ　］と家庭用食器洗剤を加えて作成したＤＮＡ抽出液を乳鉢に注ぎ、穏やかにかき混ぜる。
手順４：茶こしで固形物を取り除き、ビーカーへ移す。
手順５：ガラス棒を使い、［　ウ　］をビーカーの側壁に伝わらせるようにしてゆっくり注ぐ。
手順６：下層のＤＮＡ抽出液の表面から、上層の［　ウ　］層に浮上する白色の繊維状のものをガラス棒で絡め取る。

（１）［　ア　］にあてはまるＤＮＡの抽出に最も適した部位をＡ～Ｄから一つ選び、記号で答えよ。

Ａ　葉　　Ｂ　茎　　Ｃ　花芽　　Ｄ　根

（２）［　イ　］、［　ウ　］にあてはまるものをＡ～Ｆから選び、記号で答えよ。

Ａ　グルコース　　Ｂ　塩化ナトリウム　　Ｃ　クエン酸ナトリウム

Ｄ　塩酸　　Ｅ　水酸化ナトリウム　　Ｆ　エタノール

問２　ＤＮＡとＲＮＡについて、次の（１）～（３）に答えよ。

（１）細胞に含まれる有機物は、ＤＮＡなどの核酸を含め大きく四つの成分に分けられる。核酸を除く三つの成分を答えよ。

（２）シャルガフは、さまざまな生物についてＤＮＡ分子中の塩基の含有量を調べ、Ａ（アデニン）とＴ（チミン）、Ｇ（グアニン）とＣ（シトシン）の割合が生物によらずほぼ等しいことを見いだした。これは、シャルガフの規則（法則）と呼ばれ、ＤＮＡ分子の中で(あ)特定の塩基どうしが対をつくった結合をしやすい性質をもつためである。次の①～③に答えよ。

①　下線部（あ）の性質を何というか、答えよ。

②　ＤＮＡの塩基対を形成する結合を何というか、答えよ。

③　シャルガフの規則（法則）が成り立つ生物の細胞において、Ｘ鎖とＹ鎖の２本のヌクレオチド鎖からなるＤＮＡの塩基の割合を調べたところ、Ｇ（グアニン）とＣ（シトシン）の合計が46％であった。また、２本鎖のうちＸ鎖ではＡ（アデニン）が28％、Ｃ（シトシン）が22％であった。Ｙ鎖におけるＡ（アデニン）の割合を答えよ。

（３）ＤＮＡを構成するヌクレオチドとＲＮＡを構成するヌクレオチドの相違点を二つ記せ。ただし、解答欄には相違点を二つに分けて記すこと。

問３　次の文章は、ＤＮＡの複製のしくみを明らかにするために、(い)メセルソンとスタールが大腸菌を使って行った実験の概略を示したものである。後の（１）～（３）に答えよ。

^{15}Ｎのみを窒素源として含む培地（^{15}Ｎ培地）で何世代も培養した大腸菌を、^{14}Ｎのみを窒素源として含む培地（^{14}Ｎ培地）に移して増殖させた。 分裂のたびに大腸菌からＤＮＡを抽出し、密度勾配遠心法でその比重を調べた。

（１）下線部（い）について、メセルソンとスタールが実験で明らかにしたＤＮＡの複製方法の名称を答えよ。

（2）図7は、予想されるＤＮＡの分離パターンを模式的に示したものである。ただし、Ｉ層は^{14}Nのみを窒素源としたＤＮＡの層、Ⅱ層は^{14}Nと^{15}Nを窒素源としたＤＮＡの層、Ⅲ層は^{15}Nのみを窒素源としたＤＮＡの層を示している。また、Ｉ～Ⅲ層のＤＮＡ量の厚さは等しく示されている。後の①、②に答えよ。

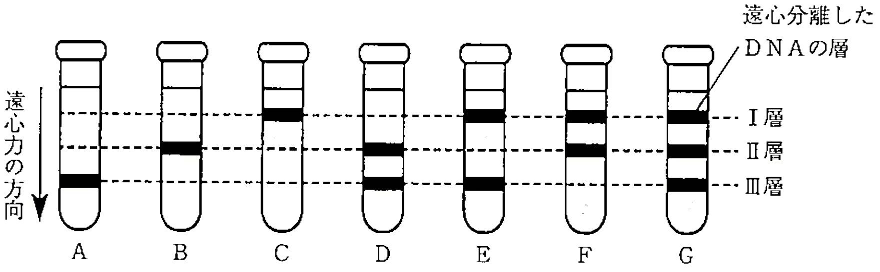

図7

①　^{14}N培地に移して２回分裂した大腸菌から得られるＤＮＡの層はどれか、Ａ～Ｇから一つ選び、記号で答えよ。

②　^{14}N培地に移して３回分裂した大腸菌から得られるＤＮＡの層と、４回分裂した大腸菌から得られるＤＮＡの層の厚さの比はどのようになるか、以下の例にならって最も簡単な整数比で答えよ。ただし、ＤＮＡが出現しない層の値は０とすること。

例　Ｉ層：Ⅱ層：Ⅲ層＝１：１：１

（3）ＤＮＡの複製の際にＤＮＡの二重らせんをほどく酵素を何というか、答えよ。

問４　次の文章を読み、後の（1）、（2）に答えよ。

真核生物のＤＮＡは、ヒストンなどのタンパク質と結合してヌクレオソームを形成している。ヌクレオソームのつながりは折りたたまれ、[エ]構造を形づくっている。このような状態のＤＮＡには、転写を行う[オ]が結合できないので、そこに含まれる遺伝子は転写されない。遺伝子が転写されるには、遺伝子とその近くを含む部分がある程度ほどけた状態になっている必要がある。

十分にほどけたＤＮＡでも、それに[オ]と、ＲＮＡの材料であるヌクレオチドを加えただけでは、転写はほとんど起こらない。これに、核の抽出物を加えて、初めて転写は開始されることが多い。これは、核内に転写の開始を助けるタンパク質（[カ]）があるからである。一方、長いＤＮＡから、転写される領域だけを切り離し、[オ]、ヌクレオチド、[カ]を加えても、転写は起こらない。このことから、転写が起こるためには、実際に転写される領域の外側にも必要な塩基配列があり、転写を促進する構造という意味で、プロモーターと名付けられた。

真核生物の核内には、転写開始に必要な[カ]のほか、遺伝子の転写のしかたを調節する[キ]がある。[キ]には、たくさんの種類があり、それぞれが異なるいくつかの遺伝子の発現を調節している。[キ]をコードしている遺伝子を[ク]という。

図８のように、[キ]が、転写に関与する場合、プロモーターとは別に、転写を調節する塩基配列（転写調節配列）が存在する。プロモーター、転写調節配列、[キ]、[カ]、[オ]が複合体を形成することで、転写が開始する。

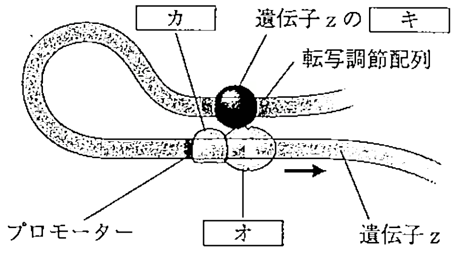

図8

（1）[エ]～[ク]にあてはまる語を答えよ。

（2）真核細胞でも、細胞外の物質や熱などの物理的条件によって特定の遺伝子の転写が誘導されることが知られている。エクジステロイドと呼ばれるホルモンによって昆虫の変態が誘導されるしくみを、次の語句をすべて用いて説明せよ。
［受容体、変態を進行させる遺伝子、転写調節領域、標的細胞］

第3問題　生態と環境について、次の問に答えよ。

問1　次の文章を読み、後の（1）～（3）に答えよ。

ある地域に生息する同じ種の個体のまとまりを個体群という。(a)個体群の特徴を考えるうえで重要な尺度として、個体群の大きさと個体群密度がある。ある地域にすむ生物は、(b)個体が集中して分布している場合もあれば、一定の間隔をおいて分布している場合もある。

同じ個体群を構成する個体の間には、互いに集まったり、排除し合ったり、協力し合ったり、といったさまざまな関係がみられる。動物のなかには、1個体や1家族が空間を占有し、ほかの個体がその空間に侵入してくると追い払う行動を示すものがある。(c)このような防衛された空間を縄張り（テリトリー）という。縄張りをもつ利点はいくつかあるが、縄張り内の食物の確保と交配相手の確保に大別される。

（1）下線部（a）について、次の①、②に答えよ。

① 個体群密度を測定する方法のうち、一定面積の区画をつくり、その中の個体数を数える方法を何というか、答えよ。

② ある小さな池で8匹のメダカを採集し、すべて標識をつけて池に戻した。個体が十分に混ざり合った後、同じ時刻に同じ地点でメダカを採集すると、6匹のメダカのうち標識をつけたものが2匹含まれていた。池全体には何匹のメダカがいると推定されるか、推定値を答えよ。

（2）下線部（b）について、図9は個体群の中での個体の分布様式を示したものである。［ア］にあてはまる語を答えよ。

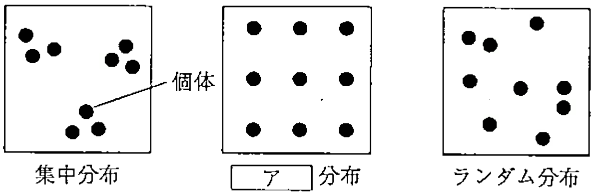

図9

（3）下線部（c）について、図10は、動物の縄張りの大きさについての概念図である。最適な縄張りの大きさはどれか、A～Eから一つ選び、記号で答えよ。また、それを選んだ理由を次の語句をすべて用いて説明せよ。

[食物の量、縄張りを維持する労力の大きさ]

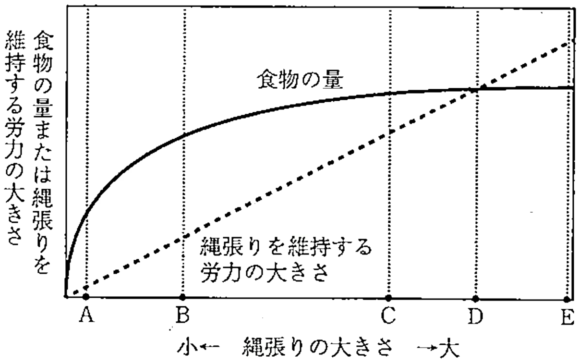

図10

問2　次の文章を読み、後の（1）～（3）に答えよ。

生物群集は、互いに関係をもちながら生活している個体群の集まりである。なかでも競争と捕食は、生物群集の形成にかかわる重要な相互作用である。

生物群集において、ある種が生活空間、食物連鎖、活動時間などのなかで占める地位を［イ］という。

［イ］が近い2種を混合飼育した場合、激しい種間競争が生じ、競争的排除が生じるが、(d)両種に共通の捕食者がいると、競争に強い種の個体群密度が高くならず、結果として競争に弱い種も生き残ることができる。このように、捕食者は競争的排除が生じるのを妨げ、多くの種の共存をもたらしている。また、(e)物理的な外力によって自然状態が著しく乱れる撹乱も競争的排除を妨げるはたらきをもっている。

（1）［イ］にあてはまる語を答えよ。

（2）下線部（d）について、食物網の上位にあってほかの生物の生活に大きな影響を与える種を何というか、答えよ。

（3）下線部（e）について、撹乱の程度が中程度の場合に生物群集中の種数が高まることを何というか、答えよ。

問3　次の文章を読み、後の（1）～（3）に答えよ。

著作権保護の観点により、掲載いたしません。

図11

（1）図11の森林の純生産量と成長量（根・茎・葉）を求めよ。

（2）［ウ］、［エ］にあてはまる語句の組合せとして正しいものをA～Dから一つ選び、記号で答えよ。

	ウ	エ
A	呼吸量が総生産量	純生産量が総生産量
B	呼吸量が総生産量	呼吸量が総生産量
C	総生産量が呼吸量	純生産量が総生産量
D	総生産量が呼吸量	呼吸量が総生産量

（3）下線部（f）について、消費者の物質収支を示した式として正しいものをA～Eからすべて選び、記号で答えよ。

A　摂食量＝同化量＋不消化排出量

B　同化量＝生産量－呼吸量－老廃物排出量

C　生産量＝成長量＋被食量＋死亡量

D　成長量＝純生産量－被食量－枯死量

E　総生産量＝純生産量＋呼吸量

問4　生物多様性を考える場合に重要な視点は三つあり、その一つは「種」である。残り二つは何か、答えよ。