

# 広島大学 一般 前期

## 学 力 検 査 問 題

# 理 科

平成 23 年 2 月 25 日

(理科 1 科目受験者)	(理科 2 科目受験者)
自 12 時 30 分	自 12 時 30 分
至 13 時 30 分	至 14 時 30 分

### 答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理、化学、生物、地学の各問題があります。総ページは 56 ページです。
- 2 解答用紙は、生物は 2 枚(表裏の計 4 ページ)です。  
物理、化学、地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 化学、生物には、選択問題があります。  
化学、生物の注意事項をよく読んで解答しなさい。
- 4 下書用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 5 受験番号は、解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 6 解答は、解答用紙に記入しなさい。  
出願の際に届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 7 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。

## 理 科

物 理	3 ページ～ 14 ページ
化 学	15 ページ～ 26 ページ
生 物	27 ページ～ 46 ページ
地 学	47 ページ～ 56 ページ

9 ページ, 13 ページ, 14 ページ, 26 ページ, 46 ページ, 51 ページは白紙です。

以 上

# 生 物

## 注 意 事 項

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

〔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問を解答しなさい。

字数制限のある設問については、句読点を含めた字数で答えること。

この問題は生物受験者全員が解答すること。

〔I〕 発生に関する次の文章を読み、問1～問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

動物の発生では、受精卵は 卵割とよばれる細胞分裂を繰り返して細胞数を増加させる。その後、胚を構成する細胞がそれぞれ固有の機能をもつ細胞へと分化し、組織や器官が形成される。この分化のしくみは、さまざまな実験によって調べられた。

ドイツのフォークトは、中性赤やニール青などの色素を用いてイモリの胞胚の表面を局所的に染色し、染色された部分が発生過程で将来どのような組織や器官に分化するのかを調べた。また、ドイツのシュペーマンは、二種類のイモリの胚を用いて次のような実験を行った。初期原腸胚において、将来表皮になる領域(予定表皮域)と将来神経になる領域(予定神経域)の一部を交換移植すると、移植片はそれぞれ移植された場所に応じて分化した。しかし、初期神経胚を用いて同様な実験を行うと、移植片は移植された場所に応じて分化せず、移植前に予定されていた組織に分化した。

シュペーマンとマンゴルドは、イモリの初期原腸胚で原口の動物極側の部分(原口背唇部)を別の初期原腸胚の胞胚腔内に移植すると、頭部の構造をもった第2の胚(二次胚)が形成されることを明らかにした。この二次胚の脊索は移植した原口背唇部に由来していたが、神経管は移植された場所の細胞に由来していた。このようにして、胚の特定の部分には、近接する未分化の細胞群に作用して特定の器官へと分化させるはたらきがあることがわかった。その後、シュペーマンは、後期原腸胚の原口背唇部を別の初期原腸胚の胞胚腔内に移植すると、移植片から分化した脊索によって尾部側の神経組織の形成が引き起こされ、胴部および尾部の構造をもった二次胚が形成されることを示した。右の図1は、原口背唇部の移植実験の概要を表したものである。ただし、これらの実験において、原口背唇部から離れた外胚葉を移植した場合は、二次胚は形成されなかった。

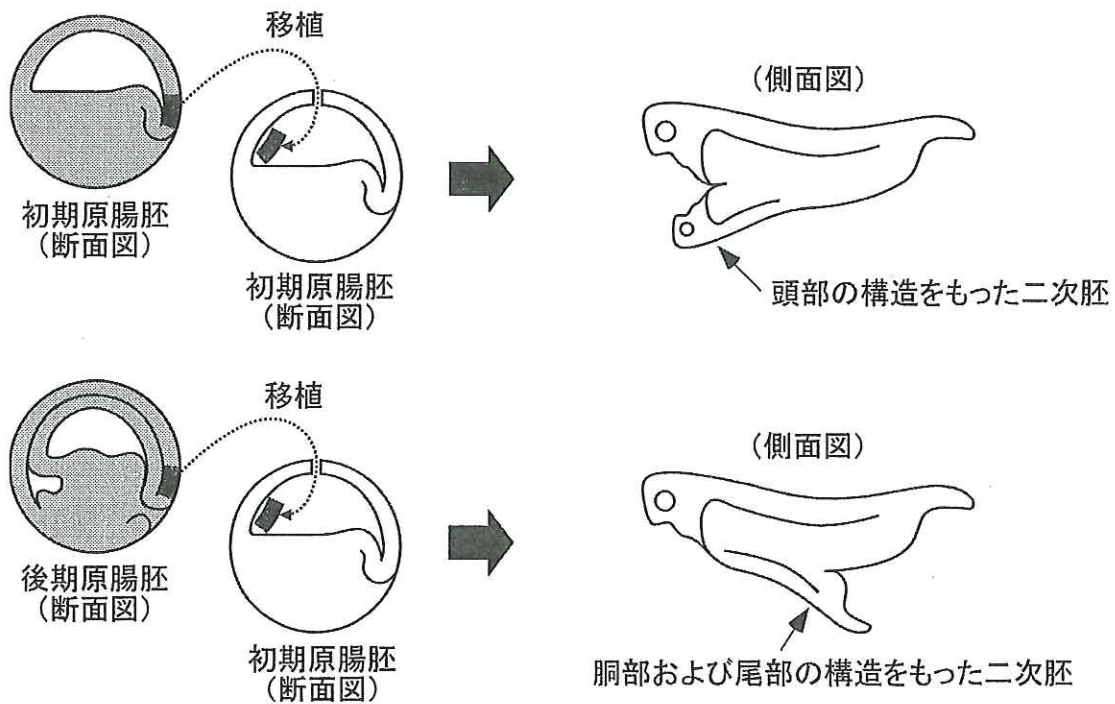


図 1

問 1 次の①～⑤の記述のうち、下線部(a)の卵割に関する記述として適当なものには○を、適当でないものには×を記せ。

- ① 卵割では、間期における DNA 合成が起こらないため、割球あたりの DNA 量は分裂のたびに半減する。
- ② 卵割している胚では、卵割の進行にともなって割球の大きさは徐々に小さくなる。
- ③ 卵割は卵黄の多い部分で起こりにくいため、卵黄の分布は卵割の様式と関連する。
- ④ ウニでは、胞胚期まではすべて等しい大きさの割球が生じる。
- ⑤ カエルの第一卵割は動物極と植物極を結ぶ線に沿う面で起こるが、ウニの第一卵割は動物極と植物極を結ぶ線と直交する面で起こる。

問 2 下線部(b)に関して、胞胚の各部分が将来どの組織や器官になるかを示す図が作成された。この図を何とよぶか答えよ。

問 3 イモリ胚における神経組織の分化に関する次の①～⑤の記述のうち、適当なもの組み合わせを下の(ア)～(シ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- ① 予定神経域の神経組織への分化は、初期原腸胚ではまだ決定しておらず、神経胚になるまでに決定する。
- ② 予定神経域は、原腸の陥入によって胚の内部へと移動し、神経組織へと分化する。
- ③ 原口背唇部は、予定神経域と一致する。
- ④ 原口背唇部は、将来の中胚葉になる部分であり、神経組織の分化を引き起こす。
- ⑤ 尾部側の神経組織の分化を引き起こした細胞群は、頭部側の神経組織の分化を引き起こした細胞群と比較して、胞胚期ではより植物極側に位置している。

(ア) ①, ③

(イ) ①, ④

(ウ) ②, ③

(エ) ②, ④

(オ) ①, ②, ③

(カ) ①, ②, ④

(キ) ①, ③, ⑤

(ク) ①, ④, ⑤

(ケ) ②, ③, ⑤

(コ) ②, ④, ⑤

(サ) ①, ②, ③, ⑤

(シ) ①, ②, ④, ⑤

問 4 ドイツのホルトフレーターは、イモリの胞胚が原腸胚に発生する過程で 0.35 % の塩分を含む水溶液で培養すると、原腸が胚の外側に向かって伸長し、外原腸胚という奇形胚を生じることがあることを示した。下の図 2 は、この結果を模式的に表したものである。外原腸胚では、外側に伸長した原腸で脊索や体節などの分化が起きたが、予定神経域での神経組織の分化は起こらなかった。外原腸胚で神経組織の分化が起こらなかった理由を推測し、50 字以内で記せ。ただし、この際の培養条件は、外原腸胚の形成以外には影響しないものとする。

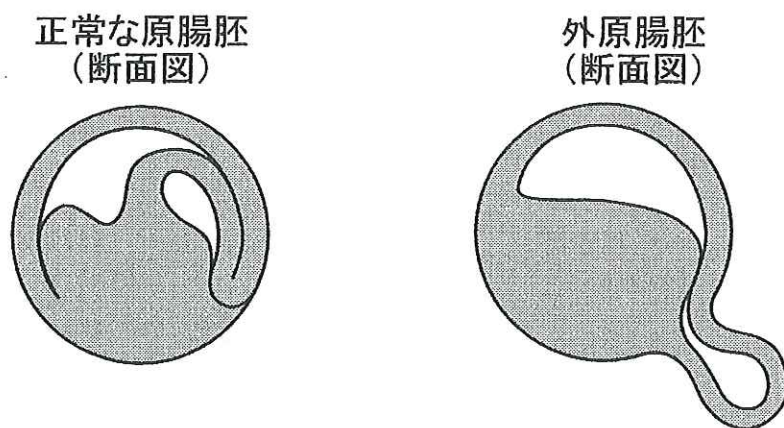


図 2

この問題は生物受験者全員が解答すること。

〔Ⅱ〕 ヒトの体温調節に関する次の文章を読み、問1と問2に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

ヒトは、外気温の変化に応じて体内での発熱量と体からの放熱量を調節し、発熱量と放熱量の収支を保つことで体温を一定に維持している。外気温が低下すると、おもに「伝導・対流・放射」による熱の移動によって、放熱量が増える。それとほぼ同時に、体温を維持するために、骨格筋の震えや代謝の促進によって発熱量が増す。一方、外気温が上昇すると、「伝導・対流・放射」による放熱量は減少するが、発汗が促進され水分の「蒸発」による放熱量が増す。また、代謝などが抑制され発熱は抑えられる。

問1 ヒトの体温調節の中樞はどこにあるか、その名称を答えよ。また、外気温が低下したときに、体温を調節するために皮膚ではどのような変化が起こるか、20字以内で記せ。

問2 右の図1は体温と外気温の関係を、図2は図1に対応させて体温調節に直接関わる熱量(発熱量・放熱量)の変化を、それぞれ模式的に表している。これらの図では、グラフに変化の生じる外気温をA～Dで示してある。図2の破線①は体内での発熱量を、実線②は「伝導・対流・放射」による放熱量の変化をそれぞれ示す。実線③は「蒸発」による放熱量の変化を示すが、外気温がB以下の温域についてのみ示してある。これらをふまえ、以下の問(1)～問(4)に答えよ。ただし、体温や体温調節に関わる熱量の変化において、外気温以外の影響はないものとする。



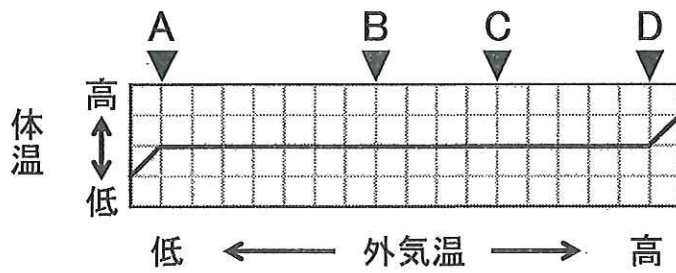


図1

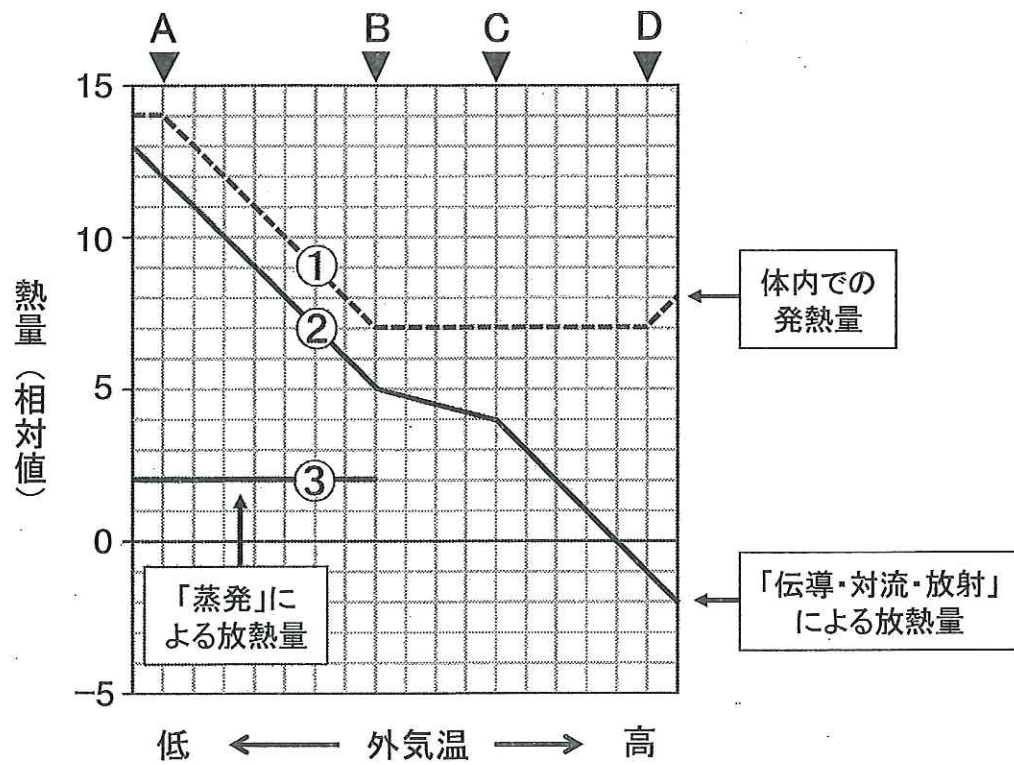


図2

問(1) 次の(ア)~(ウ)は、図1と図2に示された外気温A~Dの範囲内にある温域について述べたものである。それぞれの記述にあてはまる最も適当な温域を、例にならって答えよ。

〈例〉解答が外気温A~Cの温域である場合：A-C

- (ア) 発熱量と放熱量の収支が保たれる温域
- (イ) 発熱量が最も少ない温域
- (ウ) 放熱量の増加にともなって代謝が促進される温域

問(2) 外気温 D における体温について、最も適当な記述を次の(ア)～(ウ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 体温は外気温 D よりも高い。
- (イ) 体温は外気温 D よりも低い。
- (ウ) 体温と外気温 D は等しい。

問(3) 図 2 の外気温 B～D の範囲においては、外気温と「蒸発」による放熱量の関係はどのようになるか、図中の実線③に描き加えよ。

問(4) 体温調節の観点から、体への負担が最も小さい温域を、問(1)の例にならって答えよ。また、その根拠について次の【 】内に示した語句をすべて用いて 50 字以内で述べよ。【発熱, 放熱, 蒸発】

この問題は生物受験者全員が解答すること。

〔Ⅲ〕 遺伝情報に関する次の文章を読み、問1と問2に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

遺伝子の本体であるDNAの塩基配列では、まれに塩基が別の塩基に置き換えられたり(置換)、失われたり(欠失)、あるいは新たに塩基が入りこむ(挿入)ことがある。遺伝子の塩基配列が変化すると、タンパク質のアミノ酸配列が変わる場合がある。このようにして遺伝情報が書き換えられた結果、形質に変化を生じた細胞や個体が出現する現象を、ここでは突然変異と定義する。突然変異の原因となった遺伝子の塩基配列に再び変化が生じることで、もとの形質が回復することがある。

問1 次の(ア)~(オ)の中から、突然変異が原因となっている事例を記述したものとして適当なものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 大腸菌は、ラクトースを含むがグルコースを含まない培地で培養すると、ラクトース分解酵素を多くつくる。しかし、グルコースを含むがラクトースを含まない培地ではこの酵素をほとんどつくらない。
- (イ) ビードルとテータムが実験に用いたアカパンカビの菌株の中には、最少培地(糖、無機塩類およびある種のビタミンしか含まない培地)では生育しないものがあった。
- (ウ) 酵母菌は、嫌気的な条件ではグルコースを二酸化炭素と水にまで分解できない。
- (エ) ヒトのある病気では、血液中の酸素が不足すると、赤血球がかま状に変形する。
- (オ) 頂芽を切断した植物では側芽が伸長するが、頂芽の切り口をある種の植物ホルモンで処理すると側芽は伸びなくなる。

問 2 約 400 個のアミノ酸からなる酵素 X は、ある細菌の病原性の発現に重要な役割を果たしているタンパク質である。下の図 1 は、酵素 X の伝令 RNA の塩基配列の一部を抜粋して示している。この塩基配列は、酵素 X のほぼ中央部分のアミノ酸配列に対応しており、翻訳は図の左から右に進行するものとする。右の表 1 に示した遺伝暗号表を参照し、以下の問(1)~問(3)に答えよ。

伝令RNAの塩基配列 ACUAAAUAGACAGG

図 1

問(1) 図 1 の塩基配列から推定されるアミノ酸配列を記せ。また、そのように推定した根拠を 50 字以内で記せ。ただし、アミノ酸は翻訳される順に左から右へ、表 1 のカッコ内に示した一文字表記(F, L, I, M など)で記すこと。

問(2) 酵素 X の遺伝子について、図 1 の塩基配列に対応する部分で塩基の一つに置換が起きた結果、この細菌の病原性が失われた。下の図 2 は、変化した遺伝子の塩基配列を図 1 と対応させて、二本鎖のうち転写の鋳型となる DNA 鎖(鋳型鎖)についてのみ示し、変化した塩基には\*印を付してある。この塩基配列の変化によって病原性が失われた理由として考えられることを、60 字以内で記せ。ただし、上記の塩基の置換にもとづくもの以外に、酵素 X の伝令 RNA の塩基配列には変化は生じなかったものとする。

変化した遺伝子の  
塩基配列(鋳型鎖) TGATT<sup>\*</sup>TAACTGTCC

図 2

問(3) 左の図2に示されたDNAの塩基配列の範囲で、再び塩基の一つに変化が起きたことで、この細菌の病原性が回復した。その原因は、正常な酵素Xと同一のアミノ酸配列を指定する塩基配列に変わったためであった。このような変化が起きた後の塩基配列としてはどのようなものが考えられるか、図2に示されたDNAの塩基配列をもとに可能な限り記せ。

表1

		第2番目の塩基					
		U	C	A	G		
第1番目の塩基	U	UUU } フェニルアラニン (F)	UCU } セリン(S)	UAU } チロシン(Y)	UGU } システイン(C)	U	第3番目の塩基
		UUC } フェニルアラニン (F)	UCC } セリン(S)	UAC } チロシン(Y)	UGC } システイン(C)	C	
		UUA } ロイシン(L)	UCA } セリン(S)	UAA } 終止	UGA } 終止	A	
		UUG } ロイシン(L)	UCG } セリン(S)	UAG } 終止	UGG } トリプトファン(W)	G	
	C	CUU } ロイシン(L)	CCU } プロリン(P)	CAU } ヒスチジン(H)	CGU } アルギニン(R)	U	
		CUC } ロイシン(L)	CCC } プロリン(P)	CAC } ヒスチジン(H)	CGC } アルギニン(R)	C	
		CUA } ロイシン(L)	CCA } プロリン(P)	CAA } グルタミン(Q)	CGA } アルギニン(R)	A	
		CUG } ロイシン(L)	CCG } プロリン(P)	CAG } グルタミン(Q)	CGG } アルギニン(R)	G	
	A	AUU } イソロイシン(I)	ACU } トレオニン(T)	AAU } アスパラギン(N)	AGU } セリン(S)	U	
		AUC } イソロイシン(I)	ACC } トレオニン(T)	AAC } アスパラギン(N)	AGC } セリン(S)	C	
		AUA } イソロイシン(I)	ACA } トレオニン(T)	AAA } リシン(K)	AGA } アルギニン(R)	A	
		AUG } メチオニン(M)	ACG } トレオニン(T)	AAG } リシン(K)	AGG } アルギニン(R)	G	
G	GUU } バリン(V)	GCU } アラニン(A)	GAU } アスパラギン酸(D)	GGU } グリシン(G)	U		
	GUC } バリン(V)	GCC } アラニン(A)	GAC } アスパラギン酸(D)	GGC } グリシン(G)	C		
	GUA } バリン(V)	GCA } アラニン(A)	GAA } グルタミン酸(E)	GGA } グリシン(G)	A		
	GUG } バリン(V)	GCG } アラニン(A)	GAG } グルタミン酸(E)	GGG } グリシン(G)	G		

個々のアミノ酸の名称のあとのカッコ内に示したアルファベットは、そのアミノ酸の一文字表記の記号を表す。

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〕 生物の分類や系統，進化に関する次の文章を読み，問1～問5に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

ドイツのヘッケルは，生物の分類に系統の概念をとり入れ，三界説を提唱した。その後，栄養摂取の方法や 細胞の構造 <sup>(a)</sup> などにも着目し，ホイッタカーやマーグリスは 五界説 <sup>(b)</sup> を提唱した。近年では，生物学の発展によって得られたさまざまな新しい情報 <sup>(c)</sup> が蓄積され，分類体系も大きく変わりつつある。

生物の進化や系統を考えるうえでは，一般に 形態的特徴(かたちや構造) <sup>(d)</sup> が単純なものほど原始的(祖先的)なものともみなされる。現在の陸上植物では，コケ植物の孢子体は枝分かれしないのに対し，それ以外の陸上植物の孢子体は枝分かれていることなどから，コケ植物が最も原始的で，次いでシダ植物，裸子植物，被子植物の順に分かれてきたと考えられている。

問1 下線部(a)に関連して，緑藻類や陸上植物の葉緑体は，進化の過程で細胞内に取り込まれた原始的なシアノバクテリア(ラン藻)を起源とすると考えられている。次の(ア)～(エ)の記述のうち，その根拠として適当なものには○を，適当でないものには×を記せ。

- (ア) 葉緑体のかたちや大きさは，現在のシアノバクテリアと同じである。
- (イ) 葉緑体は独自のDNAをもっている。
- (ウ) 葉緑体は細胞外ではシアノバクテリアのように単独で生活できる。
- (エ) 葉緑体の光合成色素のすべてがシアノバクテリアのものと共通している。

問 2 下線部(b)に関連して、ヘッケルの三界説にくらべて、ホイットカーの五界説では新たに二つの界が提唱された。それらの界の名称を答え、それぞれの界に分類される生物名を次の中から一つずつ選び、解答欄に記せ。

アカマツ	オオカナダモ	ゾウリムシ	ミジンコ
ヒドラ	ミカヅキモ	酵母菌	乳酸菌

問 3 下線部(c)に関連した記述として最も適当なものを、次の(ア)~(オ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) DNA の塩基配列は同一種でも個体ごとに異なっているため、種の学名は二名法によって与えられるようになった。
- (イ) ほとんどの生物種で DNA の塩基配列が解読されたことによって、遺伝子の発現のしくみが解明された。
- (ウ) DNA の塩基配列を比較することによって、系統的な類縁関係を推定できるようになった。
- (エ) DNA の塩基配列の解読によって、祖先の生物のかたちが復元できるようになった。
- (オ) 恐竜の DNA の塩基配列が解読されたことによって、鳥類は爬虫類から進化したと考えられるようになった。



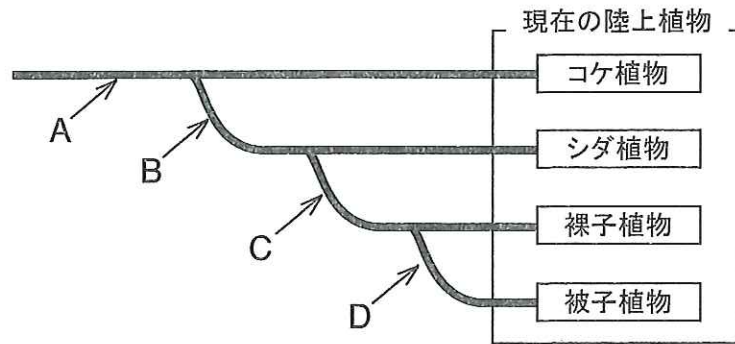


図 1

問 4 下線部(d)に関連して、上の図 1 は、陸上植物の系統樹の例である。矢印 A~D は、進化の過程で植物が新たな性質を獲得した系統上の位置を示している。矢印 A の位置で「植物が陸上で生育できるようになった」と仮定したとき、B、C および D の位置で獲得した性質としてどのようなものが考えられるか。それぞれについて最も適当なものを、次の(ア)~(カ)の中から一つずつ選び、記号で答えよ。ただし、退化は考えない。

- (ア) 胞子を放出して繁殖するようになった。
- (イ) 胞子体に維管束をもつようになった。
- (ウ) 生活環に精子の時期をもつようになった。
- (エ) 配偶体をもつようになった。
- (オ) 種子をつけるようになった。
- (カ) 胚珠が子房で包まれるようになった。



問 5 化石は生物の系統を考えるうえで重要な証拠となる。現在のところ、コケ植物の化石はデボン紀の地層で発見されたものが最古である。一方、植物化石の中では、シルル紀の地層から発見されたクックソニアの化石が最古である。下の図2の復元図で示されるように、クックソニアは枝分かれをした胞子体の先端に胞子のうをもっていた。このことは、下線部(d)の考え方と矛盾するといわれている。どういう点で矛盾しているのかを60字以内で記せ。

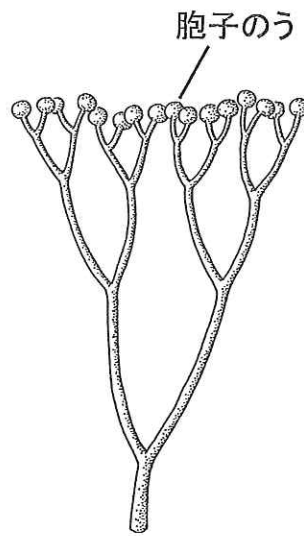


図 2

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〕 植物群落の遷移に関する次の文章を読み、問1～問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

新しくできた溶岩台地など、土壌や植物体がない場所からはじまる植物群落の遷移を  とよび、山火事跡地などのすでに土壌が形成されている場所からはじまる遷移を  とよぶ。遷移が進むにつれて、群落に出現する植物種は変化するが、やがて群落は種類組成がほとんど変化しない、極相とよばれる安定した状態になる。日本では、降水量が豊富なため森林が極相となることが多いが、どのような極相林が成立するかは、おもにその地域の年平均気温に支配される。<sup>(a)</sup> 遷移において植物種の交代が起こるのは、生育に必要な資源をめぐる植物種間の競争の結果と考えることもできる。<sup>(b)</sup>

問1 上の文章の  と  に入る最も適切な語句を記せ。

問2 下線部(a)に関連して、本州の中国地方における標高200mの地点で植物群落の遷移が進み、極相まで達したとする。次の問(1)と問(2)に答えよ。

問(1) この地点で極相まで達した森林について、最も適当な群系の名称を答えよ。

問(2) この群系の高木層をつくる代表的な植物について、次の(ア)～(ケ)の中から適当なものを二つ選び、記号で答えよ。

- |            |           |          |
|------------|-----------|----------|
| (ア) ブナ     | (イ) コルクガシ | (ウ) タブノキ |
| (エ) オオシラビソ | (オ) ミズナラ  | (カ) ハイマツ |
| (キ) コメツガ   | (ク) スダジイ  | (ケ) アコウ  |

問 3 次の①～④の記述のうち、森林の物質量と遷移に関する記述として適切なものには○を、適当でないものには×を記せ。

- ① 純生産量は極相に達した後も、時間とともに増加し続ける。
- ② 総生産量は極相に達すると、ほぼゼロになる。
- ③ 呼吸量は遷移の進行とは無関係に、遷移のどの段階でもほぼ同じ量となる。
- ④ 成長量の大きい遷移初期の森林では、総生産量は呼吸量を超える。

問 4 下線部(b)に関連して、異なる二つの資源(資源1と資源2)をめぐる二種の植物(陽樹と陰樹)の間で、下の図1に示す競争関係が成り立つと仮定する。この図で資源1と資源2の量は、「とても少ない」、「少ない」、「多い」、「とても多い」の4つに区分されている。これらの資源について、一方の種は図中の境界線 abc で区切られた量に満たない場合に、また他方の種は境界線 def で区切られた量に満たない場合に、それぞれ安定に生存できない。資源1と資源2の量が実線で囲まれた領域 I や領域 II にある場合は、競争を経てどちらか一方の種が生き残るが、領域 III にある場合は両種が安定に共存できる。これらのことをふまえ、次の問(1)~問(3)に答えよ。ただし、両種の競争において、資源1と資源2以外の影響は無視できるものとする。

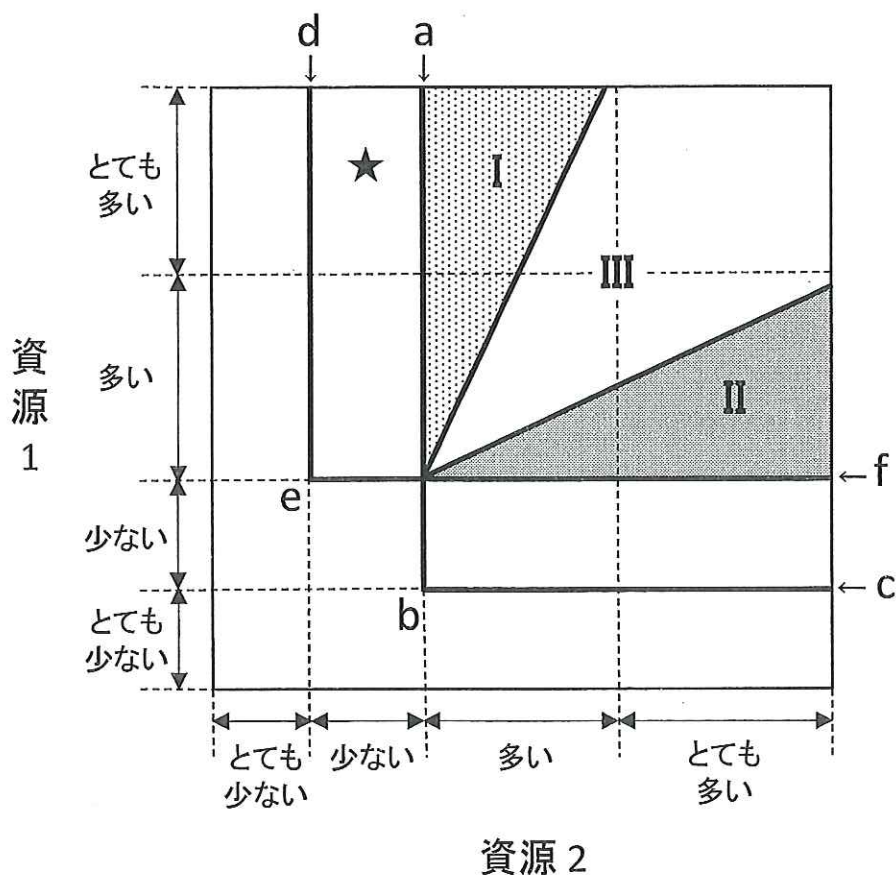


図1

問(1) 次の①～③に記述した現象が成立する資源量について、下の(ア)～(キ)の中から適当なものをすべて選び、記号で答えよ。

- ① 一方の種のみが生存することはなく、両種は安定に共存できる。
- ② 一方の種のみが生存できるが、両種は安定に共存できない。
- ③ 両種とも安定に生存できない。

- (ア) 資源 1, 資源 2 とも少ない。
- (イ) 資源 1 は少なく, 資源 2 はとても多い。
- (ウ) 資源 1 は多く, 資源 2 は少ない。
- (エ) 資源 1, 資源 2 とも多い。
- (オ) 資源 1 は多く, 資源 2 はとても多い。
- (カ) 資源 1 はとても多く, 資源 2 は多い。
- (キ) 資源 1, 資源 2 ともとても多い。

問(2) 資源 1 を「光」、資源 2 を「土壌養分」とした場合、陰樹のみが生存できる資源量の記述として最も適当なものを、問(1)の(ア)～(キ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

問(3) 一般に、遷移の初期では陽樹が出現するが、遷移が進むにつれて陰樹に交代する。資源 1 と資源 2 を問(2)と同様に定義した場合、資源をめぐる競争の観点から、陽樹が陰樹に交代する理由を 40 字以内で記せ。ただし、遷移の初期における資源量は、図中の★印で示してある。

このページは白紙です。