

平成 31 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 15 ページ，解答用紙は 5 枚です。指示があってから確認し，解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. 受験生はすべての問題を解答してください。
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5)に答えよ。

生体内に存在する多種多様なタンパク質は、アミノ酸が鎖状に結合してできた物質である。多数のアミノ酸が結合した **ア** ⁽¹⁾ が折りたたまれ、タンパク質の複雑な立体構造をつくっている。 **ア** 鎖内の離れたアミノ酸間で水素を介した弱い結合ができ、らせん状になった構造を **イ** という。また、 **ア** 鎖が水素結合によって、ジグザグに折れ曲がった構造を **ウ** といい、 **イ** や **ウ** のような部分的な立体構造を、タンパク質の **エ** という。多くのタンパク質は、熱のほか強い酸や強いアルカリなどによって立体構造が変化し、その性質や機能も変化する。これをタンパク質の **オ** という。

タンパク質は、特定の立体構造をとることにより固有の機能を果たしており、生体内の化学反応を **カ** する酵素は、その代表例である。酵素がその作用を及ぼす物質を基質という。酵素の立体構造には **キ** とよばれる部分があり、酵素反応が起こるとき、酵素は **キ** で基質と結合して複合体をつくる。⁽³⁾ 酵素の **キ** は、アミノ酸配列にもとづく固有の立体構造をもつため、その構造に適合する基質にしか作用しない。これを酵素の **ク** という。また、酵素の活性を低下させる作用を示す物質を阻害剤という。

問1 文章中の空欄(ア～ク)に最も適当な語句を答えよ。

問2 下線部(1)のアミノ酸どうしの結合の名称を答えよ。また、図1はその結合により、2つのアミノ酸が結合したものを示している。この構造式の破線で囲まれた部分を記入して構造式を完成させよ。ただし、 R_1 、 R_2 はアミノ酸の側鎖とする。

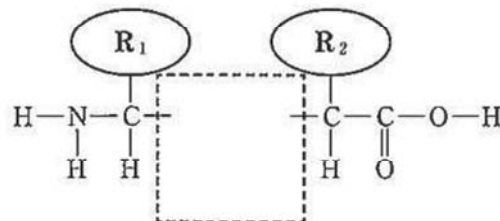


図1

問 3 下線部(2)のように、変化したタンパク質を元の構造に戻すことや、タンパク質の立体構造形成の補助などに関与するタンパク質の総称を答えよ。

問 4 下線部(3)の速度は、一般に、温度や pH などの条件が適当で酵素濃度が一定であるとき、基質濃度の影響を受ける。ある酵素反応について、一定の濃度の酵素を用いてさまざまな基質濃度における酵素反応の速度を測定すると、図 2 のように基質がある程度の濃度以上で酵素反応の速度が一定となった。酵素反応の速度が一定になった理由を 80 字以内で説明せよ。また、酵素濃度のみを半分にしたとき、どのようなグラフになるか、解答用紙にグラフを書き加えよ。

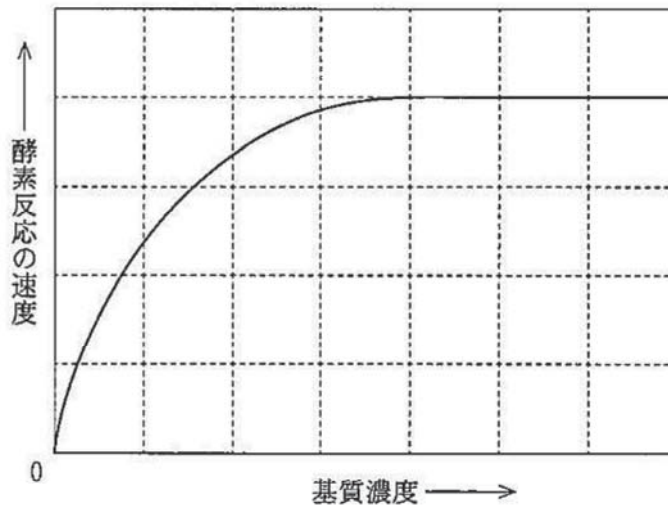


図 2

問 5 図 3 は阻害剤が酵素 A, B の活性を低下させるようすを示している。以下の小問(1)・(2)に答えよ。

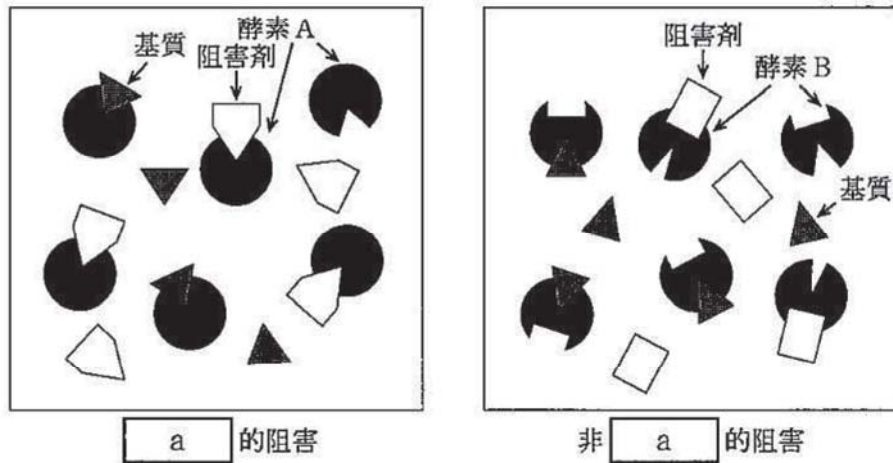


図 3

- (1) 図 3 の a にあてはまる語句を答えよ。
- (2) 図 3 の酵素 B のように、基質以外の物質が、基質が結合する部位とは別の部位に結合することで活性が変化する酵素を何とよぶか、名称を答えよ。また、その酵素活性が変化する理由を説明せよ。

2 次の文章を読み、下記の問い(問1～問6)に答えよ。

両生類の胚発生では、胚の細胞とその周囲の細胞との相互作用によって分化の方向が決まる。⁽¹⁾このことは以下のような実験から明らかにされた。

まず、アは、胚の部域の発生運命がいつ決定されるかを調べるため、イモリの初期原腸胚、後期原腸胚、および初期神経胚の予定表皮域を切り取り、⁽²⁾それぞれ同時期の胚の予定神経域と交換移植を行い、移植片の分化を調べた。

さらに、アとマンゴルドは初期原腸胚の原口の動物極側を初期原腸胚の予定表皮域に移植し、移植を受けた組織の分化に移植片が大きな影響を与えることを発見した。⁽³⁾

また、別の研究者は、胚葉の分化について調べるため、両生類の胞胚から図1で示した部分(A、B)を切り取り、それぞれ単独で培養、または、AとBを組み合わせて培養した。Aの単独培養ではイの組織が分化し、Bの単独培養では、ウの組織のみが観察された。ところがAとBを接触させて培養したところ、⁽⁴⁾Aの部分は、イの組織以外にエの組織も分化した。これらの実験から、細胞間相互作用が胚葉の分化に影響することが明らかとなった。

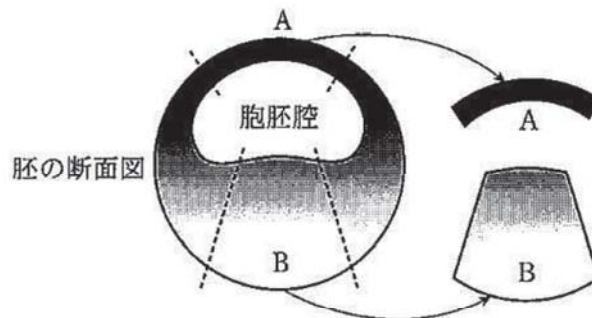


図1 胚の切断部位

問 1 文章中の空欄(ア～エ)に最も適当な語句を、下記(a～h)から選び、記号で答えよ。

- a. 外胚葉性 b. 中胚葉性 c. 内胚葉性
 d. フォークト e. ヘッケル f. シュペーマン
 g. ガードン h. ニューコープ

問 2 下線部(1)に関して、このような働きを何とよぶか、答えよ。

問 3 表 1 は、下線部(2)に関して、①～⑥の実験をそれぞれ繰り返して行った結果である。実験①、②、⑤、⑥について、移植片の分化はどのような結果になるか。表中(カ～ケ)に入る結果を「Y」、「H」、「Y または H」のいずれかの記号で答えよ。ただし、「Y」は、すべての場合において移植片が移植片の予定運命にしたがって発生し、「H」は、すべての場合において移植片が移植先の組織の予定運命にしたがって発生運命を変更したことを表す。「Y または H」は、「Y」の場合または「H」の場合があったことを表す。なお、実験③と④の結果は、いずれも「Y または H」であった。

また、これらの実験を行うにあたり、胚の色が異なる 2 種類のイモリが用いられたが、その理由を説明せよ。

実験	用いた時期	移植片	移植先	結果(移植片の分化)
①	初期原腸胚	予定表皮域	予定神経域	カ
②		予定神経域	予定表皮域	キ
③	後期原腸胚	予定表皮域	予定神経域	Y または H
④		予定神経域	予定表皮域	Y または H
⑤	初期神経胚	予定表皮域	神経板	ク
⑥		神経板	予定表皮域	ケ

表 1

問 4 下線部(3)に関して、以下の小問(1)~(3)に答えよ。

- (1) 移植片は、おもに何の組織に分化したか、組織の名称を答えよ。
- (2) 移植片と移植を受けた周囲組織が一緒になって、どのような構造を作ったか、答えよ。
- (3) この移植片のような働きをする部位は何とよばれるか、答えよ。

問 5 下線部(4)の組合せ実験に関連して、A と B の間の相互作用のしくみについて調べるため、A または B に由来する細胞やそれらの細胞の突起が通過できないほどの小さな孔をもつフィルターを A と B の間にはさんで培養を行い(図 2)、組織の分化を調べた。その結果、A の組織の分化は、フィルターなしで行った組み合わせ培養と同じであった。この結果から、A と B の間の相互作用のしくみについてわかることを 70 字以内で説明せよ。

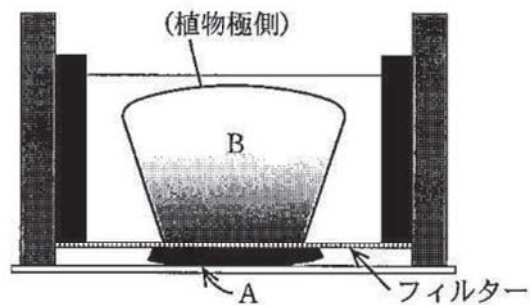


図 2 フィルターを用いた実験

問 6 外胚葉、中胚葉、内胚葉から生じる組織、器官を下記(a~f)から 2 つずつ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-----------|------------|----------|
| a. 消化管の上皮 | b. すい臓の腺上皮 | c. 皮膚の真皮 |
| d. 眼の水晶体 | e. 脊 髄 | f. 脊椎骨 |

3 次の文章を読み、下記の問い(問1～問4)に答えよ。

PCR(ポリメラーゼ連鎖反応)法は、試験管内で短時間に、しかも容易に目的のDNA断片を何百万倍にも増幅する方法である。PCR法の開発により、従来は検出不可能な少量のDNAでも、その分析が可能となり、基礎研究から疾病診断、農業試験、科学捜査まで様々な用途に応用されている。PCR法では、鋳型となるDNAと、好熱性細菌由来のDNAポリメラーゼ(耐熱性DNAポリメラーゼ)、4種類のヌクレオチド(A, T, C, G)、2種類のプライマーを用い、①約95℃で加熱、②約60℃に冷却、③約72℃で加熱の3つの温度処理を順に繰り返すことで特定のDNAを増幅することが可能である。

シロイヌナズナが持つタンパク質Xを生産する大腸菌を作製するために、PCR法を用いて以下の実験を行った。まず、シロイヌナズナの葉からmRNAを抽出し、逆転写酵素を用いてmRNAの塩基配列に相補的なDNA(cDNA)を合成した。次に、遺伝子Xの開始コドンから終止コドンまでの領域をPCR法により増幅した。

図1は、遺伝子XのcDNAの塩基配列を示したものである。図中の□で囲った部分は遺伝子Xの開始コドンと終止コドンの位置を示す。続いて、DNAリガーゼを用いて、増幅したDNA断片をプラスミドに組み込んだ。こうして得られた組換えプラスミドを大腸菌に導入し、遺伝子Xがコードするタンパク質を生産する大腸菌の作製を試みた。

5' -GCAGAAACAAAAACAAGTAAACAGAAACAATCAACACAGAGAAACCACC 50
 TGTTTGTTCAAGATCAAAGATGCTCTATAAATAAGAGACCCTCTTATGA 100
 TAAGCAGAGTTGTTGGAGACGTTCTTGATCCGTTTAATAGATCAATCACT 150
 CTAAAGGTTACTTATGGCCAAAGAGAGGTGACTAATGGCTTGATCTAAG 200
 GCCTTCTCAGGTTCAAACAAGCCAAGAGTTGAGATTGGTGGAGAAGACC 250
 TCAGGAACCTTCTATACTTTGGTTATGGTGGATCCAGATGTTCCAAGTCCT 300
 AGCAACCCTCACCTCCGAGAATATCTCCATTGGTTGGTACTGATATCCC 350
 TGCTACAACCTGGAACAACCTTTGCTTGGCAGGCAAACAGTGTATGCACCA 400
 GGGTGGCGCCAGAACTTCAACACTCGCGAGTTTGCATGATCTACAATCT 450
 CGGCCTTCCCGTGGCCGCGAGTTTTCTACAATTGTCAGAGGGAGAGTGGCT 500
 GCGGAGGAAGAAGACTTTAGATGGCTTCTTCCCTTTATAACCAATTGATAT 550
 TGCATACTCTGATGAGATTTATGCATCTATAGTATTTTAATTTAATAACC 600
 ATTTTATGATACGAGTAACGAACGGTGATGATGCCTATAGTAGTTCAATA 650
 TATAAGTGTGTAATAAAAATGAGAGGGGGAGGAAAATGAGAGTGTTTTAC 700
 TTATATAGTGTGTGATGCGATAATTATATTAATCTACATGAAATGAAGTG 750
 TTATATTTATACTTTAAAAAAAAAAAAAAAAA-3'

図 1

問 1 PCR 法で耐熱性 DNA ポリメラーゼが用いられる理由を 30 字以内で説明せよ。

問 2 下線部(1)に関して、PCR 法で目的の DNA 断片を増幅する際に、①～③のそれぞれの段階でどのような反応が起こっているか、説明せよ。

問 3 下線部(2)に関して、次の小問(1)～(4)に答えよ。

- (1) タンパク質合成(翻訳)が終止コドンで終了する理由を説明せよ。
- (2) 増幅された DNA の大きさは何塩基対か、答えよ。
- (3) 遺伝子 X から作られるタンパク質のアミノ酸の数を答えよ。
- (4) シロイヌナズナの細胞から抽出した DNA (ゲノム DNA) を鋳型として同様の PCR 法を行ない、反応産物をアガロースゲル電気泳動法により解析した。その結果、ゲノム DNA を鋳型としたときは cDNA を鋳型としたときよりも約 1,700 塩基対大きい、約 2,100 塩基対の DNA が増幅された。この cDNA にはなく、ゲノム DNA には存在する約 1,700 塩基対の大きさの DNA は何とよばれるか、名称を答えよ。

問 4 下線部(3)の実験を行ったところ、大腸菌において、遺伝子 X から予想される大きさのタンパク質 X が生産されなかった。そこで、組換えプラスミドの塩基配列を DNA の塩基配列を読み取る機器(シーケンサー)を用いて解読したところ、遺伝子 X の 97 番目のアデニン(二重下線を施した A)が欠失していることが判明した。この変異によって遺伝子 X から作られるタンパク質 X の大きさはどのように変化したか、その理由も含めて、80 字以内で説明せよ。

4 次の文章を読み、下記の問い(問1～問5)に答えよ。

自然界には多種多様な動物や植物が生息しており、ある一定の地域に生息する **ア** の集まりを個体群という。この個体群を構成する個体は、集団を形成したり、あるいは、互いに反発し合ったりしながら、相互に影響を及ぼし合って生活している。それにより、個体群内に生息する個体間には、各個体の関係によっていろいろな分布がみられる。⁽¹⁾

個体群密度とは、個体群の大きさを単位空間(あるいは単位面積)あたりの個体数で示したものをいう。個体群は適当な生活空間や食物などがあれば個体数を増やし、時間経過とともに個体群密度は高くなる。しかし、自然環境において無限に個体数が増加するわけではなく、やがて増加の速度が遅くなって一定の値に近づき、その環境で存在できる最大の個体数となる。⁽²⁾このような上限に達した個体群密度のことを **イ** という。

個体群密度は、個体数の増減だけでなく、個体の発育や生理・形態などの形質にも影響を及ぼす。これは密度効果とよばれ、たとえば、トノサマバッタを卵の時期から個体群密度の低い環境で飼育すると、長い後脚の形質をもつ成虫になる。一方、数世代にわたって個体群密度の高い環境で育つと、集合しやすくなり、体がやや小さいわりに翅が長く後脚が短い形質をもつ成虫になる。⁽³⁾前者を **ウ**、後者を **エ** といい、このように個体群密度の違いによって生じる形質のまとまった変化を **オ** という。

個体群密度を推定する方法はいくつか知られており、その一つに区画法がある。これは、一定面積の区画をいくつか設置し、その中の個体数を数える方法である。区画の面積と生息場所全体の面積の比率をもとにして、数えた個体数から個体群密度を換算する。この方法は、植物や動きの遅い動物の個体群密度を推定するのに適している。他に、動き回る動物の個体群密度を推定する方法として標識再捕法⁽⁴⁾がある。

問 1 文章中の空欄(ア～オ)に適切な語句を下記(a～j)から選び、記号で答えよ。

- | | | | |
|--------|----------|---------|----------|
| a. 群生相 | b. 孤独相 | c. 異種個体 | d. 環境制限力 |
| e. 相変異 | f. 環境収容力 | g. 密集相 | h. 二変異 |
| i. 単独相 | j. 同種個体 | | |

問 2 下線部(1)に関して、図 1～図 3 の分布様式を何とよぶか、それらの名称を答えよ。ただし、黒丸一つずつが個々の個体を表している。

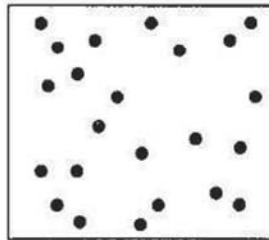


図 1

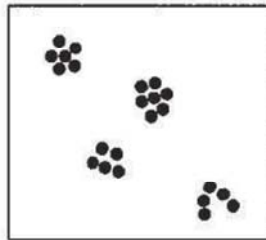


図 2

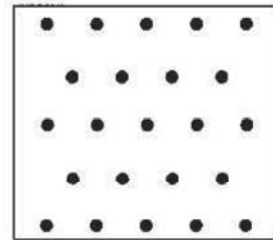


図 3

問 3 下線部(2)に関して、個体数が時間経過とともに一定の値に近づくのはなぜか、以下の語句をすべて用いてその理由を説明せよ。

競争 生活環境 出生率 死亡率

問 4 下線部(3)のようなトノサマバツタの形質の変化がもたらすと考えられている生存上の利点について、以下の語句をすべて用いて説明せよ。

生息場所 集団 高密度

問 5 下線部(4)の標識再捕法を用いて、池 A(面積：350 m²)、池 B(800 m²)、池 C(100 m²)に生息するフナの個体数について調べた。魚を採集できる“もんどり”という道具を用いて調査を実施したところ、1回目の調査では、図4の白色の棒グラフが示す個体数のフナが各池で捕獲された。その後、それらの個体を標識するためにヒレの一部を切り取り、元の池に放流した。数日後、同様の方法で2回目の調査を実施したところ、図4の灰色の棒グラフが示すフナの個体数が各池で捕獲された。それらの個体のうち、ヒレの一部が切り取られた標識個体は、池 A では5個体、池 B では3個体、池 C では2個体であった。ただし、調査は各池の面積に応じた“もんどり”の数を設置して実施した。以下の小問(1)・(2)に答えよ。

- (1) 標識再捕法にもとづいて、池 A、池 B、池 C の総個体数をそれぞれ計算し、その値を答えよ。つぎに、個体群密度(個体数/m²)が一番高い池を答えよ。その際、計算過程も合わせて答えよ。

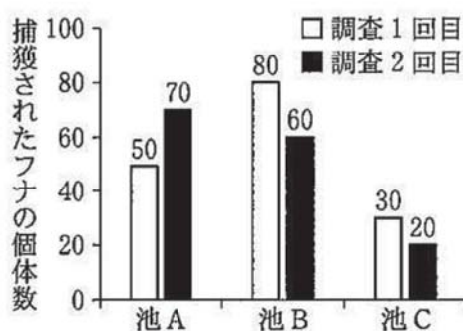


図 4

- (2) 標識再捕法によって個体数を推定するための前提条件に該当しないものを下記(a～d)から記号ですべて答えよ。
- 調査期間中に池を出入りする個体がいること。
 - 標識された個体と標識されていない個体が池の中で均一に混ざり合っていること。
 - 付けた標識が個体の行動や生存率に影響を及ぼさないこと。
 - 多くの個体が捕獲できそうな特定の場所で集中的に調査すること。

5 次の文章を読み、下記の問い(問1～問5)に答えよ。

陸上植物には **ア**、シダ植物、種子植物(裸子植物と被子植物)がある。陸上環境に適応した結果、シダ植物、裸子植物と被子植物の体は根・茎・葉とよばれる基本器官に分化した。これらの器官は三つの組織系からなる。一つ目の **イ**系は器官全体を覆って内部組織を乾燥などから保護する機能を持ち、さらに気体の通路となる気孔が存在する。二つ目の **ウ**系は植物体の各器官を貫通して水分と栄養分を輸送する。三つ目の **エ**系は水分・栄養分の貯蔵のほか、各器官を結びつけ、植物体を支える。また、植物の成長は分裂組織での細胞分裂により維持されている。分裂組織には、茎頂や根端にある **オ**のほか、裸子植物と被子植物の双子葉植物の茎を肥大成長させる **カ**がある。

胞子で繁殖するシダ植物は、胞子から前葉体を形成し、精子と卵は造精器と造卵器⁽¹⁾でそれぞれつくられる。精子と卵が受精するためには外界の水が不可欠である。一方、種子で繁殖する種子植物は、花粉から伸びた花粉管によって精細胞が胚珠まで移動し、胚珠内で受精が行われる。そのため、受精時には外界の水を必要とせず、陸上環境に適応して分布の拡大が可能になった。さらに被子植物は、重複受精⁽²⁾を行い、胚珠が **キ**に包まれているために、胚珠が発達して形成された種子を陸上の乾燥などの環境から守っている。

問 1 文章中の空欄(ア～キ)に最も適当な語句を答えよ。

問 2 次の小問(1)～(3)の文中の空欄に入る最も適当なものを(a～d)から一つ選び、記号で答えよ。

(1) シダ植物の生活環に孢子体と配偶体がそれぞれ独立に存在する。孢子体の段階では 。

- a. 減数分裂が行われる
- b. 原糸体が形成される
- c. 精子と卵が形成される
- d. 胚嚢で受精する

(2) 種子植物の花粉は 。

- a. 孢子体である
- b. 配偶体である
- c. 孢子母細胞である
- d. 大孢子である

(3) すべての裸子植物は 。

- a. 鞭毛または繊毛を持つ精子を生じる
- b. 鞭毛も繊毛も持たない精細胞を生じる
- c. 種子と果実を形成する
- d. 花粉を形成し、胚が種皮に包まれている

問 3 図1の①と②で示した部分の組織の名称を答え、それぞれの働きを説明せよ。(ただし、 は文章中の空欄の と同じものである)

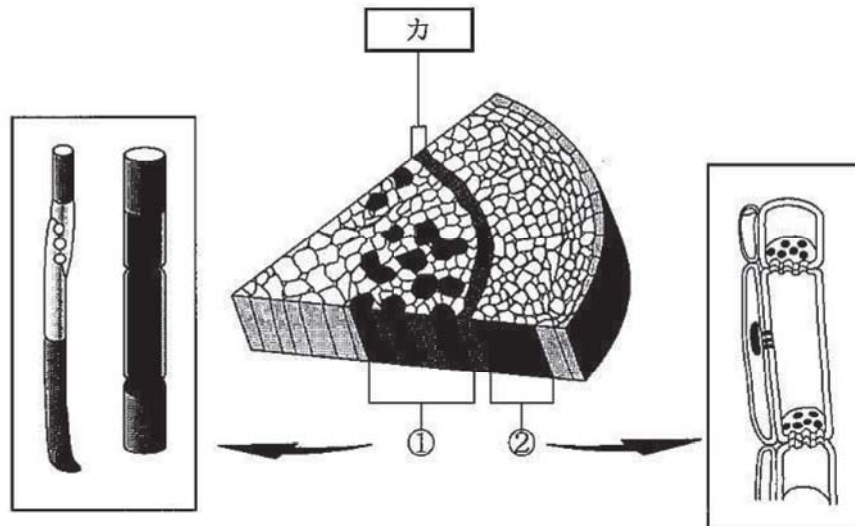


図1 双子葉植物の茎の部分断面図

問 4 下線部(1)のシダ植物と種子植物のそれぞれの生殖様式を踏まえて、種子植物の仲間であるイチョウやソテツが「生きている化石」といわれる理由を説明せよ。

問 5 下線部(2)の重複受精の過程について、核相を示しながら説明せよ。