防衛医科大学校

2026 年度　学生採用試験　生物

（2 科目　120 分）

Ⅰ 動物の発生に関する次の文章を読んで，以下の設問に答えよ。解答番号 [1] から [6]

動物には（ ① ）軸，（ ② ）軸，（ ③ ）軸という 3 つの体軸がある。

ショウジョウバエの場合，これらの体軸のうち（ ① ）軸は未受精卵の段階から既に決定されていると考えられている。すなわち，卵の一方の端には（ ④ ）の mRNA が，他方の端には（ ⑤ ）の mRNA が蓄えられており，受精後にそれぞれの mRNA から翻訳されてできる（ ④ ）タンパク質と（ ⑤ ）タンパク質がこの軸に沿って濃度勾配をつくる。この濃度勾配によって（ ⑥ ）遺伝子の発現領域が決定される。

アフリカツメガエルの発生では，（ ② ）軸の形成は精子の卵への進入点の位置によって決定される。図 1 のように，精子が卵の動物半球に進入して受精したのち，卵の表層が内部の細胞質に対して（ ⑦ ）回転し，精子の進入点の反対側の表層には灰色三日月環が出現する。灰色三日月環は将来（ ② ）軸の一方の側を形成する領域となる。

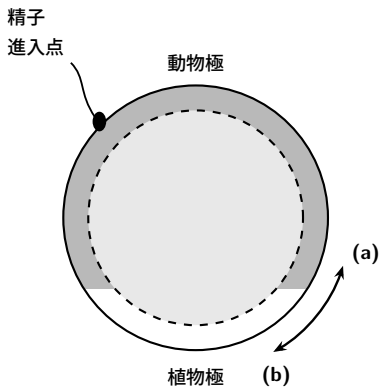


図 1　アフリカツメガエルの卵への精子の進入と卵の表層回転

問 1　生物学研究には色々な実験動物が用いられるが，以下の実験動物の分類に関する記載で正しくないものを 1 つ選べ。[1]

(1)　ヒドラは刺胞動物である。

(2)　ショウジョウバエは節足動物である。

(3)　センチュウは環形動物である。

(4)　バフンウニは棘皮動物である。

(5)　アカハライモリは脊索動物である。

問 2　（ ① ），（ ② ），（ ③ ）にあてはまる語句の組み合わせで最も適切なものはどれか，1 つ選べ。 2

	（ ① ）	（ ② ）	（ ③ ）
(1)	背腹	左右	前後
(2)	背腹	前後	左右
(3)	左右	背腹	前後
(4)	左右	前後	背腹
(5)	前後	左右	背腹
(6)	前後	背腹	左右

問 3　（ ④ ）と（ ⑤ ）はともに母性因子と呼ばれるが，母性因子にはこれらの他にハンチバックとコーダルが知られている。（ ④ ）タンパク質がコーダルの翻訳を抑制し，（ ⑤ ）タンパク質がハンチバックの翻訳を抑制する場合，（ ④ ）と（ ⑤ ）の組み合わせで最も適切なものはどれか，1 つ選べ。 3

	（ ④ ）	（ ⑤ ）
(1)	ナノス	ビコイド
(2)	ナノス	ディシェベルド
(3)	ビコイド	ナノス
(4)	ビコイド	ディシェベルド
(5)	ディシェベルド	ナノス
(6)	ディシェベルド	ビコイド

問 4　（ ⑥ ）遺伝子は 3 種類の遺伝子群に分けられるがこの 3 種類は発現時期が異なる。発現の早い順に記したのはどれか，1 つ選べ。 4

(1)　ギャップ遺伝子群　→　ペアルール遺伝子群　→　セグメントポラリティー遺伝子群

(2)　ギャップ遺伝子群　→　セグメントポラリティー遺伝子群　→　ペアルール遺伝子群

(3)　ペアルール遺伝子詳　→　ギャップ遺伝子群　→　セグメントポラリティー遺伝子群

(4)　ペアルール遺伝子群　→　セグメントポラリティー遺伝子群　→　ギャップ遺伝子群

(5)　セグメントポラリティー遺伝子群　→　ギャップ遺伝子群　→　ペアルール遺伝子群

(6)　セグメントポラリティー遺伝子群　→　ペアルール遺伝子群　→　ギャップ遺伝子群

問 5　ショウジョウバエでは幼虫でも成虫でも明らかな体節構造が見られるが，こうした体節構造はマウスなどの脊椎動物にも存在する。マウスにおいて体節構造が最も典型的に現れる器官の例はどれか，最も適切なものを 1 つ選べ。 5

(1)　眼球　　(2)　脊椎　　(3)　心臓

(4)　気管支　　(5)　消化管

問 6　アフリカツメガエルの卵の表層回転に関して，（ ⑦ ）にあてはまる方向と角度の組み合わせはどれか，最も適切なものを 1 つ選べ。 6

(1)　(a) 方向に約 30 度　　(2)　(a) 方向に約 45 度

(3)　(a) 方向に約 60 度　　(4)　(b) 方向に約 30 度

(5)　(b) 方向に約 45 度　　(6)　(b) 方向に約 60 度

II 体質の違いをもたらす一塩基多型（SNP）に関する次の文章を読んで，以下の設問に答えよ。解答番号 7 から 15

お酒を飲んで気持ちが悪くなるのは，肝臓でエタノールが分解されて生じるアセトアルデヒドが原因である。アセトアルデヒドを分解するアルデヒド脱水素酵素 2（ALDH2）を発現する *ALDH2* 遺伝子には，対立遺伝子として ALDH2 を正常に合成する N 型と，一塩基置換による SNP 変異型で ALDH2 活性が障害される M 型がある。このため，各個人がもつ遺伝子型が，お酒に対する傾向（強い，中間，弱い）に大きく関わっている。大学 3 年生の A さんと B さんは，大学の実験で自分の *ALDH2* 遺伝子型を①PCR 法で調べることになった。実験に先立ってエタノールパッチテスト * を実施したところ，②A さんの表現型はお酒に弱いタイプ，B さんは中間タイプであることが示唆された。次に，A さんと B さんは，自分の毛根から抽出した DNA（抽出 DNA）から *ALDH2* 遺伝子型を調べるための③PCR の反応液を準備して，PCR 法を実施した。続いて，電気泳動によって④PCR 法で増幅した DNA 断片の大きさを観察した。なお，N 型，M 型 DNA 断片の大きさはどちらも 137 塩基対（bp）である。

＊エタノールを含ませたガーゼを皮膚に貼り，皮膚の反応からお酒に対する傾向（強い，中間，弱い）を調べる簡易テスト

問 1　下線部①について，PCR 法の 1 サイクルにおける正しい順序はどれか，1 つ選べ。 7

(1) 2 本鎖の解離 → 伸長 → アニーリング

(2) 2 本鎖の解離 → アニーリング → 伸長

(3) アニーリング → 伸長 → 2 本鎖の解離

(4) アニーリング → 2 本鎖の解離 → 伸長

(5) 伸長 → 2 本鎖の解離 → アニーリング

(6) 伸長 → アニーリング → 2 本鎖の解離

問 2　下線部②について，以下の (a)，(b) の問いに答えよ。

(a) A さんと B さんの表現型から，それぞれの *ALDH2* 遺伝子型として考えられるのはどれか，最も適切なものを 1 つ選べ。 8

	A さん	B さん
(1)	MM	NN
(2)	MM	NM
(3)	NM	NN
(4)	NM	MM
(5)	NN	NM
(6)	NN	MM

(b) A さんと B さんの両親の *ALDH2* 遺伝子型として考えられるのはどれか。最も適切なものを 2 つ選べ。なお，× を挟んで左に父親，右に母親の遺伝子型を示す。 9 ・ 10

	A さんの両親	B さんの両親
(1)	MM×MM	NN×NN
(2)	MM×NM	NM×NM
(3)	NM×NM	NN×NM
(4)	NM×NN	MM×MM
(5)	NN×NN	NM×NM

問 3　下線部③について，N 型と M 型 *ALDH2* 対立遺伝子の有無を検出するため，下図のように 1 人あたり 2 種類の PCR 法反応液を準備した。以下の (a)，(b) の問いに答えよ。

(a) PCR 法における DNA の伸長に必要となり，図に示す 4 つの反応液すべてに入れるのはどれか，2 つ選べ。 11 ・ 12

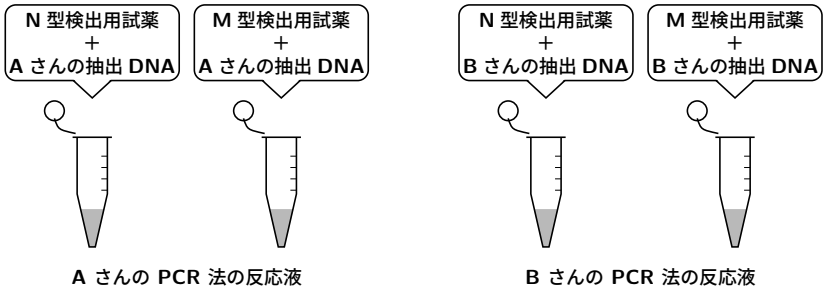
(1) DNA リガーゼ

(2) DNA ヘリカーゼ

(3) DNA ポリメラーゼ

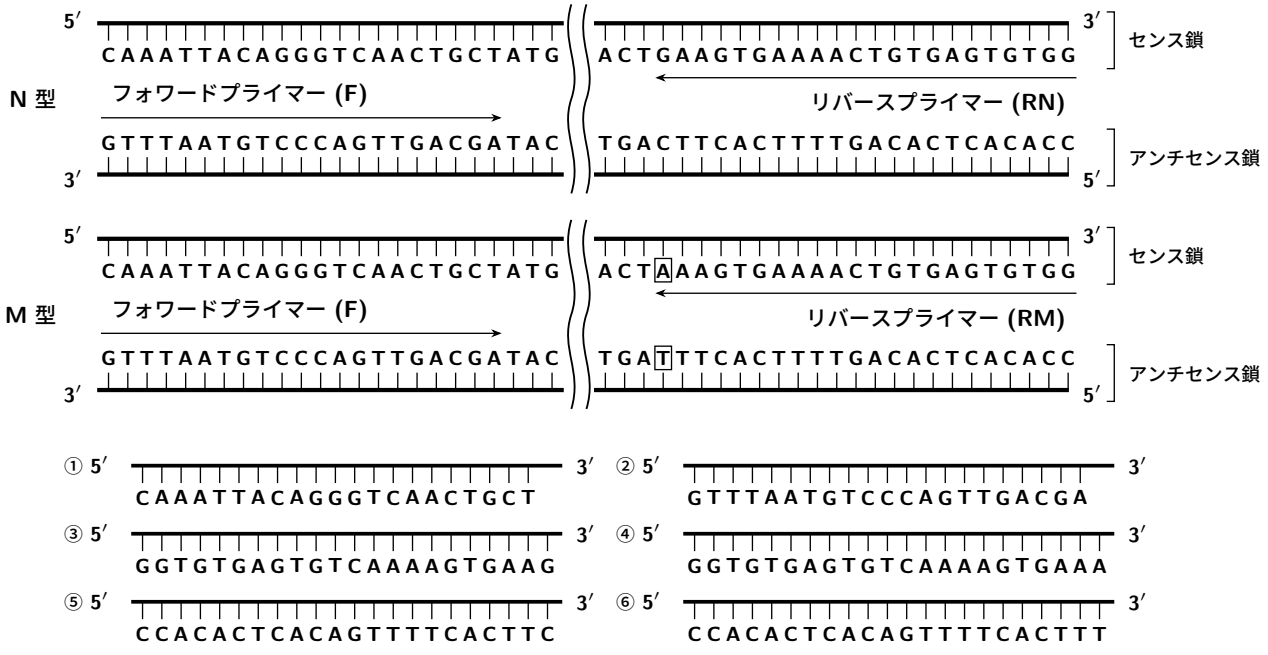
(4) デオキシリボヌクレオシド三リン酸

(5) ジデオキシリボヌクレオシド三リン酸



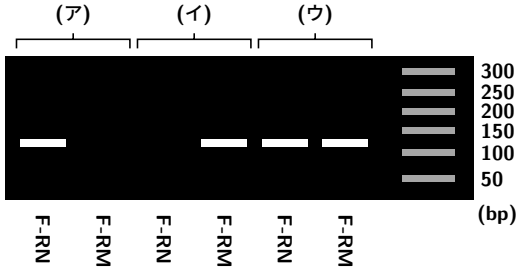
(b) PCR 法では，アニーリング時にアンチセンス鎖 3′ 側の端に結合するフォワードプライマーと，センス鎖 3′ 側の端に結合するリバースプライマーが必要となる。A さんと B さんは先生から，2 種類の PCR 法反応液の両方にフォワードプライマー（F）を入れた後，一方には N 型検出用（RN），もう一方には M 型検出用（RM）のリバースプライマーを，それぞれ入れるように指示された。

下図を参考にして，*ALDH2* 遺伝子型決定のための「F，RN，RM」プライマーの組み合わせとして正しいものを，1 つ選べ。 13



	F	RN	RM
(1)	①	③	④
(2)	①	③	⑥
(3)	①	⑤	④
(4)	①	⑤	⑥
(5)	②	③	④
(6)	②	③	⑥
(7)	②	⑤	④
(8)	②	⑤	⑥

問 4　下線部④について，A さんと B さんの遺伝子型を示す電気泳動結果として期待される組み合わせはどれか，1 つ選べ。なお，フォワードおよびリバースプライマーの組み合わせを F-RN，F-RM で示す。 14



	A さん	B さん
(1)	(ア)	(イ)
(2)	(ア)	(ウ)
(3)	(イ)	(ア)
(4)	(イ)	(ウ)
(5)	(ウ)	(ア)
(6)	(ウ)	(イ)

問 5　ところが B さんの電気泳動結果は A さんと同じものだった。先生からプライマーを入れ間違えた可能性を指摘されたため，残った B さんの抽出 DNA を使って，もう一度実験をやり直したところ，B さんの遺伝子型として期待される結果が得られた。B さんが最初の実験でおかした間

違いはどれか，最も考えられるものを 1 つ選べ。 15

(1)　N 型検出用 PCR 法反応液に F-RM を入れた。

(2)　M 型検出用 PCR 法反応液に F-RN を入れた。

(3)　N 型検出用 PCR 法反応液に F-RN を入れ忘れた。

(4)　M 型検出用 PCR 法反応液に F-RM を入れ忘れた。

(5)　N 型検出用 PCR 法反応液に F-RM と F-RN の両方を入れた。

(6)　M 型検出用 PCR 法反応液に F-RM と F-RN の両方を入れた。

III ヒトの聴覚に関する次の文章を読んで以下の設問に答えよ。解答番号 16 から 24

ヒトの耳は，外耳，中耳，内耳の 3 つの部分に分かれている（図 1)。音は空気が振動する波（音波）であり，この音波を感知するのが聴覚器官である。外耳から入った音波は，鼓膜を振動させる。鼓膜①の振動は耳小骨を介して卵円窓と呼ばれる内耳の（ ア ）の入り口を揺さぶる。更に音の振動は前庭階から鼓室階を通る間に（ イ ）を振動させる。（ イ ）上の（ ウ ）には聴細胞が並んでおり，振動により刺激される。刺激された聴細胞は聴神経に興奮を伝達し，音の情報が脳に送られて聴覚が生じる。また，聴覚器官には音の高低や大きさの違いを検出し②，脳に伝える仕組みが備わっている。

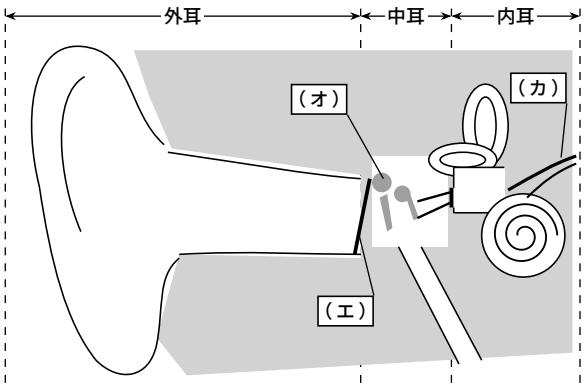


図 1　ヒトの聴覚器官の構造

問 1　聴覚器官の構造について，本文中の空欄（ ア ）～（ ウ ）にあてはまる適切な語句の組み合わせを 1 つ選べ。 16

	（ ア ）	（ イ ）	（ ウ ）
(1)	うずまき管	基底膜	前庭
(2)	半規管	おおい膜	コルチ器
(3)	うずまき管	基底膜	コルチ器
(4)	半規菅	平衡石	コルチ器
(5)	うずまき管	おおい膜	前庭

問 2　図 1 の空欄（ エ ）～（ カ ）の名称の正しい組み合わせを 1 つ選べ。 17

	（ エ ）	（ オ ）	（ カ ）
(1)	鼓膜	耳小骨	前庭神経
(2)	鼓膜	耳小骨	聴神経
(3)	鼓膜	平衡石	聴神経
(4)	おおい膜	鼓膜	聴神経
(5)	おおい膜	平衡石	前庭神経

問 3　下線部①について，鼓膜に連結している耳小骨のうち，卵円窓から（ ア ）内のリンパ液を振動させるのはあぶみ骨である。鼓膜の面積：あぶみ骨と卵円窓との結合面積 = 17 : 1 となっている。これら一連の構造がもたらす効果を 1 つ選べ。 18

(1)　振動の周波数が約 17 倍になる。

(2)　振動の周波数が約 1/17 になる。

(3)　音圧（音によって生じる圧力）を弱くする。

(4)　音圧（音によって生じる圧力）を強くする。

(5)　低音を排除する。

(6)　高音を排除する。

問 4　下線部②について，音の高低の違いは興奮する有毛細胞の何の違いによって識別されるか，正しいものを 1 つ選べ。 19

(1)　細胞数の違い

(2)　種類の違い

(3)　閾値の違い

(4)　感覚毛の数の違い

(5)　細胞の位置の違い

問 5　下線部②について，図 2 は（ ウ ）の模式図である。音に由来する振動を受容する聴細胞は，

平均 10 個の聴神経とシナプスをつくっている。音の大きさの違いを聴覚器官が脳に伝える仕組みに関係すると考えられるものを A 群（聴神経の特性），B 群（音の大小により変化すること）から 1 つずつ選択し，その正しい組み合わせを 1 つ選べ。 20

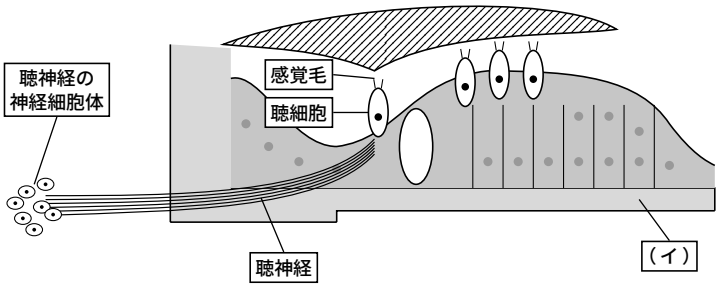


図 2 （ウ）の模式図

A 群：聴神経の特性

a　大きい音ほど活動電位がより速く伝わる。

b　大きい音ほど活動電位がより遅く伝わる。

c　個々のニューロンの閾値は異なる。

d　個々のニューロンの閾値は等しい。

B 群：音の大小により変化すること

e　興奮するニューロンの数のみ

f　興奮するニューロンの数と活動電位の頻度

g　興奮するニューロンの活動電位の大きさと数

h　興奮するニューロンの活動電位の大きさと頻度

(1)　a，e　　(2)　a，g　　(3)　b，f

(4)　c，f　　(5)　c，g　　(6)　d，h

問 6　ヒトの聴力検査では，気導聴力検査と骨導聴力検査が行われる。前者ではヘッドフォンから外耳道を通り鼓膜を介して空気の振動を内耳で感知する機能を測り，後者では頭蓋骨に直接与えた振動により内耳を振動させて内耳の機能を測る。図 3 は健常者と 2 名の難聴の患者の右耳の聴力検査の結果を示している。最初に気導聴力検査で，被検者に異なる周波数の音を聞かせて聞き取れる大きさ（聴力閾値）の音を答えてもらった（▲）。続いて，骨導聴力検査でも異なる周波数の音を聞かせて同様に答えてもらった（×）。グラフは患者の気導聴力と骨導聴力が異なる周波数域で

どの程度低下しているかを示しており，聴力閾値が大きいほど難聴の度合いが深刻であると判断される。患者 A，B にあてはまることをそれぞれ 2 つずつ選べ。

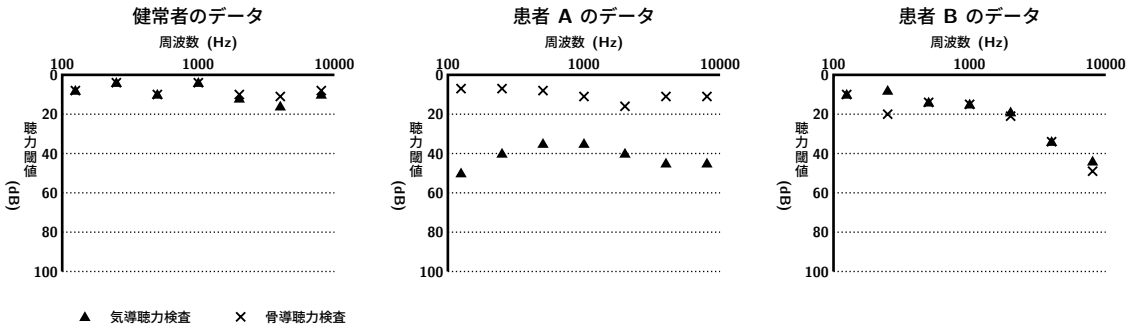


図 3　聴力検査のデータ

患者 A　21 ・ 22　　患者 B　23 ・ 24

(1)　（ ア ）の入り口に近い部位の聴力閾値が上昇している。

(2)　（ ア ）の先端に近い部位の聴力閾値が上昇している。

(3)　（ ア ）全体の聴力閾値が上昇している。

(4)　（ ア ）の機能に異常はない。

(5)　外耳から中耳のどこかに異常がある。

(6)　外耳から中耳のどこにも異常はない。

Ⅳ ミトコンドリアに関する次の文章を読んで以下の設問に答えよ。解答番号 25 から 31

ミトコンドリアは，好気性細菌が細胞に取りこまれ長い年月を経て細胞小器官として定着したものと考えられている。

問 1　次の生物のうちミトコンドリアを有するものはどれか，適切なものを 2 つ選べ。25 ・ 26

(1)　酵母　　(2)　好熱菌

(3)　ゾウリムシ　　(4)　ネンジュモ

問 2　ミトコンドリアの細胞内共生説の強い根拠はどれか，最も適切なものを 1 つ選べ。27

(1)　ミトコンドリアは ATP を合成する場であること

(2)　成熟した赤血球にはミトコンドリアが存在しないこと

(3)　ひとつの細胞に複数のミトコンドリアが存在すること

(4)　ミトコンドリア DNA は核ゲノム DNA と比べ変異が生じやすいこと

(5)　ミトコンドリアは核ゲノム DNA と異なる独自の DNA をもっていること

問 3　細胞の呼吸において，ミトコンドリアの (a) マトリックス，(b) 内膜のそれぞれの場がもつ役割として，最も適切なものを 1 つずつ選べ。

(a)　28　　(b)　29

(1)　グルコースをピルビン酸に分解する。

(2)　光リン酸化によって ATP を合成する。

(3)　酸化的リン酸化によって ATP を合成する。

(4)　ピルビン酸の代謝で還元型補酵素を生じる。

ミトコンドリアは細胞内を流動し，細胞分裂に同調せず分裂と融合を頻繁に繰り返す（図 1)。ミトコンドリアの分裂と融合は自身の機能維持に必須であるとともに，細胞の様々な機能を支える。ミトコンドリアにはミトコンドリア DNA（mtDNA）が複数存在する。そのなかには独自の tRNA と rRNA の遺伝子が含まれ，変則的な遺伝暗号を使用しタンパク質を合成する。このため，ミトコンドリア内でのタンパク質合成に核ゲノム由来の tRNA や rRNA は用いられない。

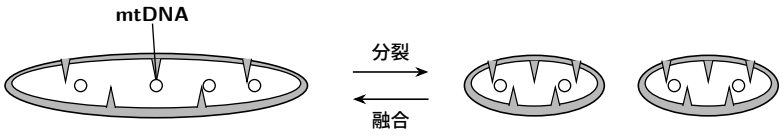
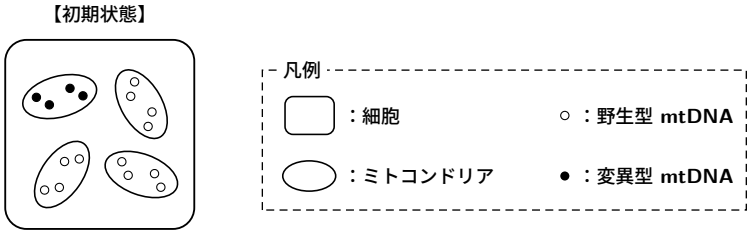
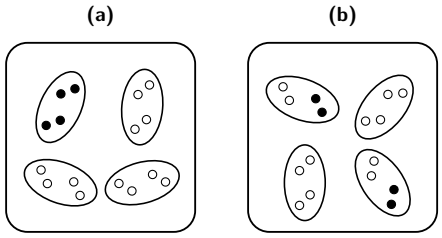


図 1　ミトコンドリアの分裂と融合

問 4　仮に，下図のように細胞内にミトコンドリアが 4 つあり，それぞれのミトコンドリアに mtDNA が 4 つずつあるとする。1 つのミトコンドリアの全ての mtDNA が同じ変異をもつ【初期状態】を考える。



この後，全てのミトコンドリアが「分裂 1 回→融合 1 回」の過程を経ると，変異型 mtDNA は次の (a) または (b) のように分布すると考えられるが，(a)(b) どちらが約何倍起こりやすいか，(1)〜(5) から最も適切なものを 1 つ選べ。ただし，分裂は同期し，この際 mtDNA は 2 つずつ分配され，融合は流動の結果偶然に隣り合った 2 つのミトコンドリア間で起こるものとする。また，mtDNA の複製や細胞分裂は進行しないとする。 30



(1)　(a) の方が約 2 倍起こりやすい。

(2)　(a) の方が約 6 倍起こりやすい。

(3)　(b) の方が約 2 倍起こりやすい。

(4)　(b) の方が約 6 倍起こりやすい。

(5)　(a) と (b) は同じ確率で起こる。

次に，mtDNA の変異がミトコンドリアの呼吸のはたらき（呼吸活性）に及ぼす影響を調べるため，mtDNA の tRNA（イソロイシン）遺伝子に突然変異をもつ細胞 A，tRNA（ロイシン）遺伝子に突

然変異をもつ細胞 B を用意した。続いて，野生型細胞に由来し薬剤で mtDNA を完全に欠失させた細胞 C を得た（図 2)。

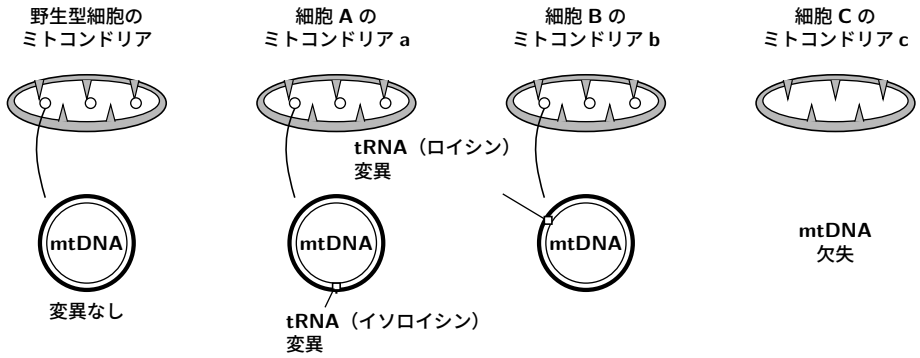


図 2　野生型細胞，細胞 A，B，および C のミトコンドリアと mtDNA

細胞 A，B 由来のミトコンドリアの片方（a あるいは b)，または両方（a および b）を細胞 C に注入した（図 3 上段)。しばらく培養を続けると，図 3 下段に示す電子顕微鏡像が得られた。なお，呼吸活性のあるミトコンドリアは実験試薬に含まれる色素によって黒く観察される。

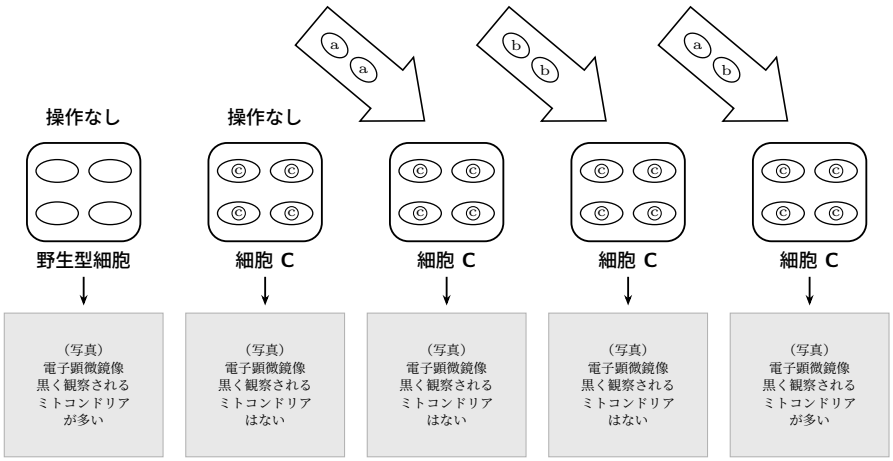


図 3　ミトコンドリア呼吸活性に関する実験

問 5　この実験結果から推測できることはどれか，最も適切なものを 1 つ選べ。ただし，細胞 A，B には野生型 mtDNA が全く含まれていなかったと仮定する。 31

(1)　細胞 A や B 由来のミトコンドリアには，呼吸活性がある。

(2)　細胞 A と B 由来のミトコンドリア融合により，tRNA の機能を補い合った。

(3)　細胞 A や B 由来のミトコンドリアが細胞 C 由来のミトコンドリア呼吸活性を阻害した。

(4)　細胞 A と C，および B と C 由来のミトコンドリア融合により，呼吸活性が失われた。

(5)　細胞 A と C，あるいは B と C 由来のミトコンドリア融合により，呼吸活性が回復した。

V 窒素循環に関する次の文章を読んで，以下の設問に答えよ。

窒素は大気中に最も多く含まれる元素であるが，生体分子においてはタンパク質やアミノ酸，（ ① ），尿素などに含まれており，生体を構成する元素のなかでも最も重要なものの一つである。しかしながら，われわれヒトを含む動物は大気中から窒素を直接摂取することができないので，他の動植物の体内の窒素化合物を食餌から摂取している。細菌のなかには大気中の窒素を利用して窒素化合物をつくることができるものがある。例えば，シロツメクサやゲンゲなどの（ ② ）科植物の根に侵入して根粒と呼ばれるこぶ状の構造をつくる根粒菌という細菌がある。この場合，根粒菌と（ ② ）科植物は相利共生③の関係にある。そのほかにも大気中の窒素を固定する細菌としてはアゾトバクター④やクロストリジウムなどがある。植物はこれらの細菌が産生する窒素化合物を根から硝酸イオン⑤の形で吸収し，それをアミノ酸合成の原料としている（図 1）。

大気中でもある種の気象現象⑥により窒素固定は起こる。また，化学工業的手法でも窒素固定は行われ，世界中の農地に窒素肥料として供給されている。この方法による窒素固定は肥料の大量生産を可能にし，食料増産の恩恵をもたらしたが，その反面，農地に過剰に撒かれた肥料は地下水や河川から湖や海に流れ込み，富栄養化の一因となっている⑦。一方，動物の遺骸の分解産物などから窒素を大気中に放出する細菌⑧もある。

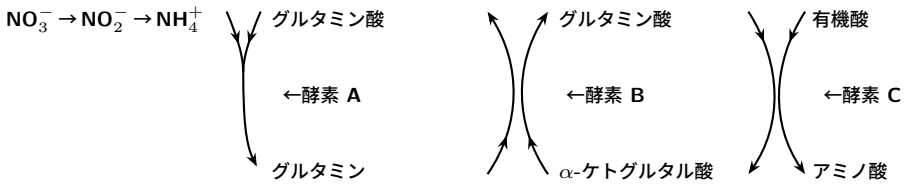


図 1　植物における硝酸イオンからのアミノ酸合成

問 1　空欄（ ① ）にあてはまる分子名を 1 つ記せ。

問 2　空欄（ ② ）にあてはまる語句を記せ。

問 3　下線部③について，根粒菌は宿主植物に窒素化合物を与えているが，植物は根粒菌にどのような利益を与えているのか，30 文字以内で記せ。

問 4　下線部④について，アゾトバクターとクロストリジウムはそれぞれ，嫌気性細菌か，好気性細菌か，解答用紙の正しいほうを○で囲め。

問 5　下線部⑤について，硝酸イオンは植物の体内でアンモニウムイオンに変化したあと，一連の酵素の作用で様々なアミノ酸の合成に用いられる（図 1）。この図中の酵素 A と酵素 C の名称を記せ。

問 6　下線部⑥について，窒素固定が起こる気象現象の例を 1 つ記せ。

問 7　下線部⑦について，湖沼や海の富栄養化の原因として，肥料の流入のほかに何があるか，1 つ記せ。

問 8　下線部⑧について，動物の遺骸の分解産物などから窒素を大気中に放出する細菌の名称を記せ。
（注）解答欄は「＿＿＿＿＿細菌」の形。

VI 古生代から中生代の陸上生態系に関する次の会話を読んで，以下の設問に答えよ。

学生：今年もマツタケの旬がやってきましたね。マツタケはアカマツの根の上に生えるんですよね。

先生：そうです。系統的に遠いアカマツ等の裸子植物と①マツタケなどのキノコ類の密接な関係を生物進化史から考えると面白いですよ。

学生：裸子植物は古生代に登場したと聞きました。

先生：そうです。登場は古生代ですが，陸上生態系の中心的存在となったのは中生代ですね。

学生：古生代の陸上生態系は，コケ植物やシダ植物が中心でしたね。

先生：そうです。シダ植物は葉を延ばし盛んな②光合成で炭酸同化を行い，セルロースやヘミセルロースの他，分解されにくいリグニンを合成し木質を形成してました。しかし，当時の分解者はシダ植物遺骸中のリグニンだけ分解することができませんでした。③-ⅰリグニンが分解されずに蓄積されることで，陸上生物間の炭素循環の不均衡が生じ（図 1），大気中の酸素濃度と二酸化炭素濃度が一方向に進んで変化していくことになりました。

学生：中生代に繁栄した裸子植物もリグニンをもつ木本植物ですよね。すると中生代もその傾向が進んでいったのでしょうか。

先生：いいえ。古生代の石炭紀末期に地球環境を変える存在が登場しました。それが白色腐朽菌とよばれるリグニン分解酵素をもつカビ・キノコ類です。これ以後③-ⅱ大気中の酸素濃度と二酸化炭素

濃度の変化は，それまでと逆方向に変化していくことになりました。頻発する噴火の火山ガスも加わって二酸化炭素濃度が大きく変化したことは，中生代初めの気候に大きく影響したとされます。そのような気候変動の中で裸子植物が，シダ植物に代わって適応放散を遂げます。マツの祖先もその後，登場したといわれています。

学生：マツタケはそのマツの根に共生するキノコですよね。マツの根にあるリグニンを分解しないのでしょうか。

先生：いい質問ですね。マツタケなどの外生菌根菌はアカマツと共生する中で，アカマツから糖類を受けとるため，木質を分解する必要がなくなり，やがてリグニン分解能力を失っていったようです。

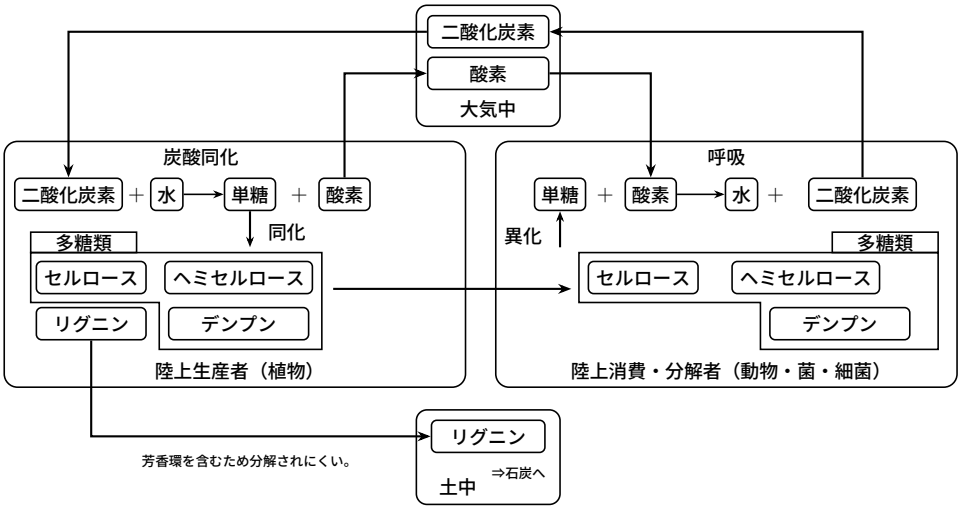
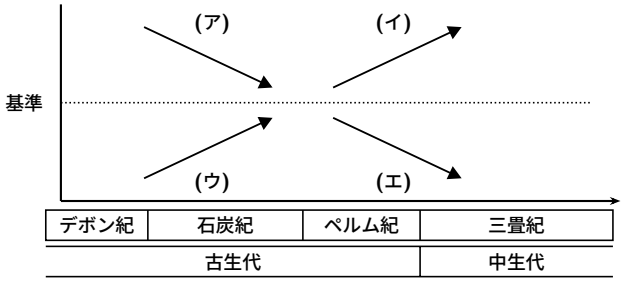


図 1　石炭紀末期までの陸上生態系の炭素循環

問 1　下線部①について，マツタケのような子実体を形成する菌類を何類というか。

問 2　下線部②について，炭酸同化における二酸化炭素の固定は葉緑体のどこで行われるか。

問 3　下線部③-ⅰと下線部③-ⅱに示した，古生代末から中生代初めにかけての大気中の酸素濃度と二酸化炭素濃度の変化の傾向として，正しい組み合わせを 1 つ選べ。



大気中の酸素濃度と二酸化炭素濃度の変化の傾向

（酸素と二酸化炭素濃度それぞれ，石炭紀末の濃度を基準とする。）

	酸素濃度	二酸化炭素濃度
①	(ア)―(イ)	(ウ)―(エ)
②	(ア)―(エ)	(ウ)―(イ)
③	(ウ)―(イ)	(ア)―(エ)
④	(ウ)―(エ)	(ア)―(イ)

問 4　下線部④について，中生代初めにかけて起こった大気中の二酸化炭素濃度の変化がその当時の気候をどのように変化させたか，10 文字以内で説明せよ。

問 5　下線部⑤について，裸子植物は胚の外側に，ある構造をもつことにより，厳しい温度変化や乾燥に耐えることができた。シダ植物にはないその構造は何か。

問 6　下線部⑥について，アカマツが根に共生するマツタケの菌糸を介して土壌から吸収する，同化に必要な原料のうち，窒素化合物，硫黄化合物を除いた 2 つを答えよ。