

生 物

〔1〕 次の文章を読み、設問に答えなさい。

試験管に作製した寒天培地に微生物①～③を接種し培養する実験を行った。寒天培地は pH を中性に調整した最少培地^{注)}にグルコースを加えたもの(培地 A)と、グリセリンを加えたもの(培地 B)の 2 種類を用いた。微生物を寒天培地の表面に塗布した後、さらに内部にも接種した。実験の結果を表 1 に示す。

表 1

微生物	①		②		③	
	A	B	A	B	A	B
培地						
培地表面	+	+	+	+	+	+
培地内部	+	-	-	-	+	-

微生物の増殖が認められた場合を＋、認められなかった場合を－で示す。微生物①、③ともに、培地 A 内部で微生物が増殖している部分の pH が中性から変化していた。また、微生物③では培地 A 内部で増殖している部分に顕著な気泡の発生が見られた。これらの結果から微生物①では培地 A 内部で増殖する際に〔ア〕を産生しており、さらに微生物③で培地 A 内部に生じた気泡は〔イ〕であり、同時に〔ウ〕も産生していると推測される。

注) 最少培地：ここではアンモニア塩、リン酸塩、金属イオン等の無機物のみを含む培地とする。

1. 微生物②が培地内部で増殖できなかった理由を説明しなさい。
2. 下線部で pH は微生物①、③でそれぞれどのように変化したか答えなさい。
3. 〔ア〕～〔ウ〕に適切な語句を答えなさい。
4. 微生物①、③はともに培地 A 内部で増殖できたが培地 B 内部では増殖できなかった。その理由を説明しなさい。

5. 最少培地にグルタミンを加えた寒天培地では微生物①の増殖はどうか、培地表面と培地内部に分けて答えなさい。また、増殖が見られた場合、その部分の pH はどうかを答えなさい。
6. 微生物①～③の説明として最も適切なものを次の(a)～(d)より選び、当てはまる生物名を答えなさい。
- (a) 直径約 $0.5\ \mu\text{m}$ 、長さ $1\sim 3\ \mu\text{m}$ の棒状でヒトの腸内にも生息する。
 - (b) 直径約 $0.8\ \mu\text{m}$ 、長さ $2\sim 4\ \mu\text{m}$ の棒状で土壌などに広く生息し食品の製造にも用いられる。
 - (c) 長径 $5\sim 10\ \mu\text{m}$ の卵形で光学顕微鏡では内部に球形の構造が観察できる。
 - (d) 最大長約 $100\ \mu\text{m}$ の紡錘形で内部に色素を持つ。

〔2〕 次の文章を読み、設問に答えなさい。

ヒトの体は体細胞と生殖細胞から構成されている。体細胞は増殖能力を持っているが、ほとんどの体細胞は細胞周期を外れG0期に入っている。一方、体細胞から発生したがん細胞は、細胞周期を止めることなく細胞分裂を繰り返し無限に増殖する。体細胞と異なり生殖細胞では、染色体が半減する〔ア〕がおこり、それ以降細胞分裂はおこらない。〔ア〕では第一分裂期の前期に〔イ〕染色体が対合し〔ウ〕がおこる。ヒトがん細胞を用いて、一つ一つの細胞の核内DNA量を調べると図1のようなヒストグラムになった。縦軸は細胞数、横軸はDNA量を示し、図3～5には図1の結果を点線で重ねて示している。

1. 〔ア〕～〔ウ〕に適切な数字または語句を答えなさい。
2. 下線部で観察される現象とその結果について、「親」「組み合わせ」「形質」の語句をすべて用いて答えなさい。
3. がん細胞の一つを色素で染めると図2のように観察された。この細胞は図1のA～Cのどの集団に含まれるか答えなさい。
4. 図1のAの細胞数は661個、Bの細胞は378個、Cの細胞は162個であった。細胞周期S期の細胞の割合(%)を小数点第一位まで求めなさい。
5. 図1と同じ細胞数のヒトがん細胞を薬剤①あるいは薬剤②で処理して核内DNA量を調べると、それぞれ図3と図4のヒストグラムになった。
 - (1) 薬剤①の作用を答えなさい。
 - (2) 薬剤②で処理した細胞はどうなったか、細胞の形と染色体に分けて答えなさい。
6. 次の(1)～(3)において、それぞれ100個のヒト由来の細胞が矢印の方向にすべて変化したとすると、図5のa～eのどこに何個の細胞が出現するか答えなさい。ただし、すべての細胞は一つ一つに分離されている。
 - (1) 精原細胞 → 第一分裂期前期の細胞
 - (2) 二次精母細胞 → 精子
 - (3) 卵原細胞 → 二次卵母細胞

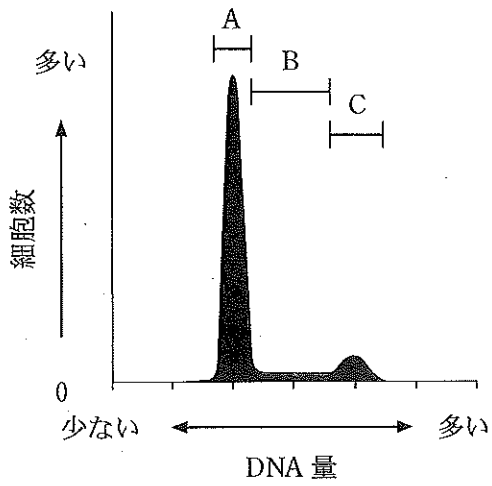


図1

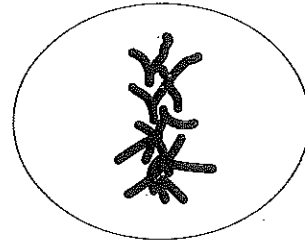


図2

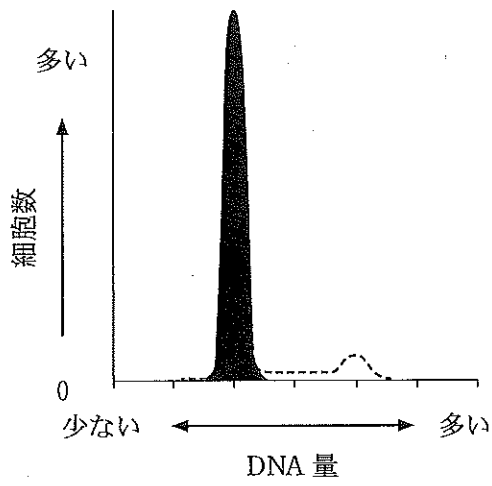


図3

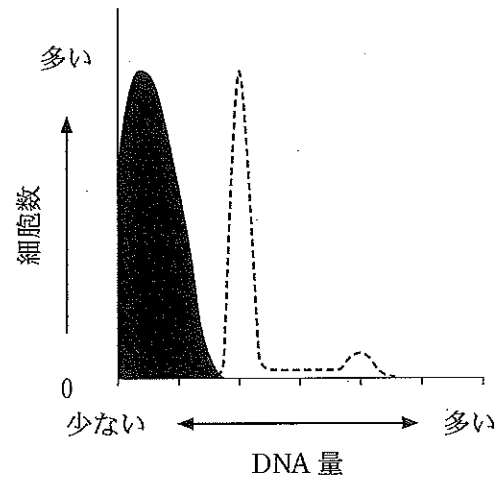


図4

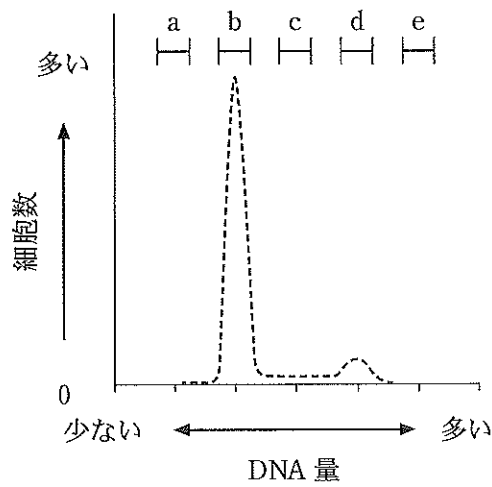


図5

〔3〕 図1は細胞外マトリックスと細胞間結合を模式的に表したものである。次の文章を読み、設問に答えなさい。ただし、図と文章の記号は同じものを示す。

動物では細胞と細胞の間を満たす物質を細胞外マトリックスと呼び、細胞の移動、接着、分化、増殖に寄与する。哺乳類で、細胞外マトリックス中に最も多く含まれる線維タンパク質はAである。Aに次いで多く含まれる線維タンパク質はBで、皮膚などに多く含まれている。Aと細胞の結合には接着分子の一つである膜タンパク質のCが、また細胞間の結合には膜タンパク質のDが関与する。細胞の結合様式としては、この他に図1のw~zのタイプが知られており、yとzは固定結合と呼ばれる。

1. A~Dのタンパク質名を答えなさい。
2. Aの特徴の一つに不溶性が挙げられる。その理由をAの構造の観点から説明しなさい。
3. Bについて、
 - (1) 特徴を説明しなさい。
 - (2) 多く含まれる部位を次の(a)~(g)の中から全て選び、記号で答えなさい。

(a) 眼 球	(b) 子 宮	(c) 大動脈	(d) 胆のう
(e) 脳	(f) 肺	(g) リンパ節	
4. 可溶化処理したA、Bの溶液をそれぞれ試験管に用意し、それらを4℃から37℃まで加熱すると溶液はどのように変化するか説明しなさい。
5. 下線部について、
 - (1) wとxの結合名、およびyとzの構造名を答えなさい。
 - (2) xにはその構造から、結合以外に重要な働きがある。pHという用語を使って説明しなさい。

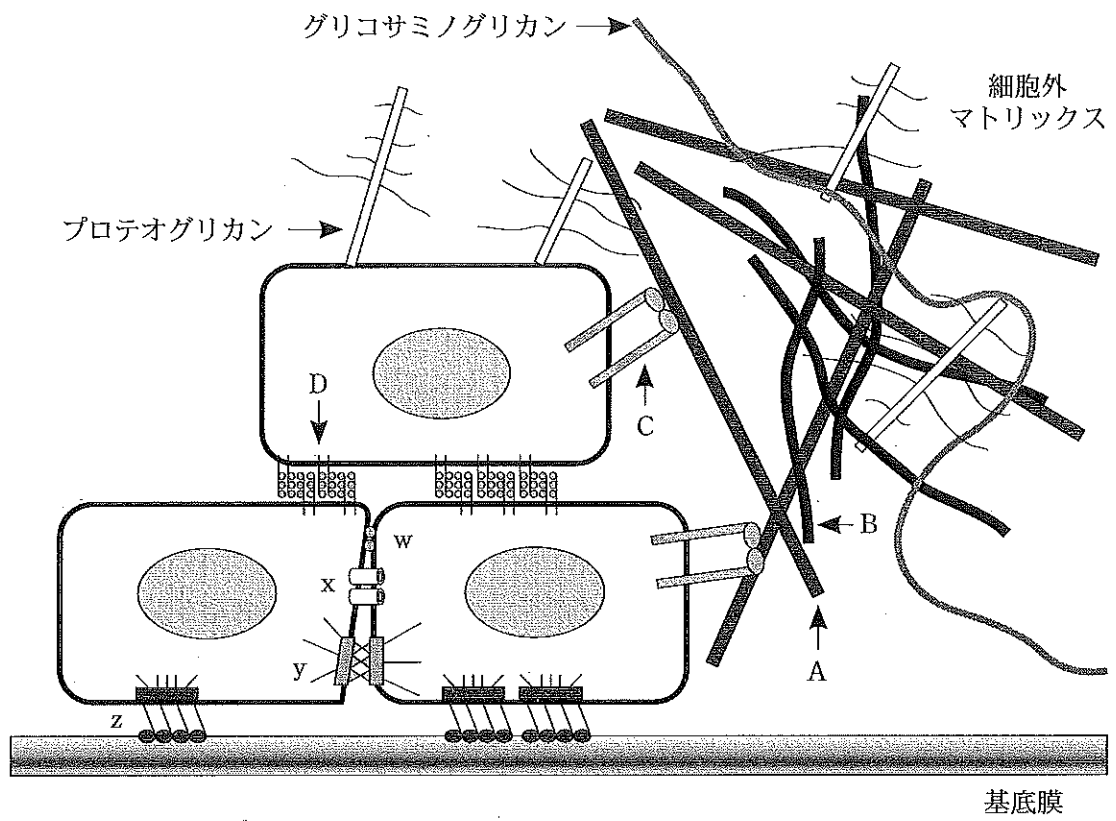


図 1

〔4〕 次の文章を読み、設問に答えなさい。

動物が水中のみで生活していた時代には、必要な無機塩類を水中から直接吸収、排出することができた。しかし陸上に動物が進出すると、無機塩類の保持と調節のための新たな仕組みが必要となった。

脊椎動物のカルシウムの主要な蓄積場所は骨であり、骨と体液との間でカルシウムの移動が行われている。〔ア〕から分泌されるペプチドホルモンである〔イ〕が骨に作用すると、骨からのカルシウムの放出が起こるだけでなく、小腸や腎臓の働きも加わって血中カルシウム濃度が増加する。一方、〔イ〕に拮抗するホルモンも存在する。甲状腺は代謝を活性化する〔ウ〕というホルモンを分泌するが、それ以外にカルシトニンというホルモンを分泌して骨へのカルシウムの取り込みを促進する。

〔ア〕は爬虫類、鳥類、哺乳類などの陸生脊椎動物や両生類の成体に存在するが、魚類には存在しない。その一方、〔ア〕の形成に必要な遺伝子Aは魚類にも存在する。魚類とマウスの胚で遺伝子Aの働いている場所を染めたところ、図1の矢印で示した部分が染まった。また魚類には〔ア〕は存在しないが、〔イ〕の遺伝子は持っている。ヒト、マウス、ニワトリ、ゼブラフィッシュが持っている〔イ〕の遺伝子がコードするアミノ酸配列の一部を図2に示す。これをもとに系統樹を描くと図3のようになった。

注) 大文字のアルファベットは、それぞれ特定のアミノ酸を表している。

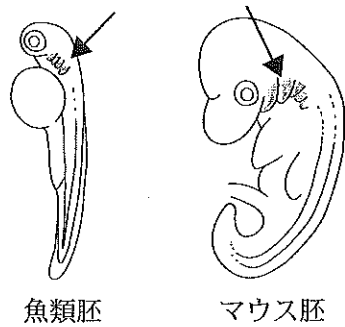


図1

動物種	配列
a	KRSVSE I QLMHNLGKH
b	KRAVNEVQLMHNLGVH
c	KRSVSEMQLMHNLGEH
d	KRSVSE I QLMHNLGKH

図2

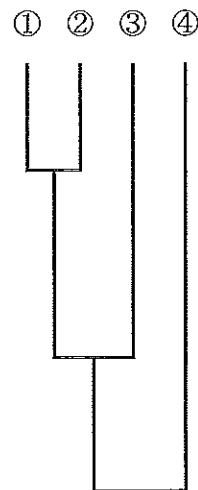


図3

1. [ア]～[ウ]に適切な語句を答えなさい。
2. 細胞内でのカルシウムの貯蔵場所を答えなさい。
3. 下線部(1)について具体的に説明しなさい。
4. 下線部(2)の内分泌器官がどこに存在するか解答欄の人体模式図の中に描き込み、黒く塗りつぶしなさい。
5. 下線部(3)の結果から、[ア]は魚類のどの器官から進化したと考えられるか答えなさい。
また、この魚類の器官の役割を2つ答えなさい。
6. ニワトリは図2の動物種 a～d のどれか、また図3の系統樹の枝①～④のどこに位置するか記号で答えなさい。