生　　物　（その１）

第１問　真核生物の転写制御に関する次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

真核生物において遺伝子の転写は複雑に制御されている。真核生物の DNA は塩基性タンパク質であるヒストンに巻きついてヌクレオソームを形成し，さらに折りたたまれてクロマチンを形成する。(1) DNA のプロモーターに複数のタンパク質が結合し，そこに RNA ポリメラーゼがやってきて，(2) 転写が開始される。クロマチンが凝縮していると RNA ポリメラーゼはプロモーターに結合しづらく，転写は抑制される。転写を促進するためにはクロマチンをゆるめる必要があり，その過程には (3) ヒストンのメチル基修飾やアセチル基修飾が深く関与している。このように，クロマチンの高次構造の変化は転写制御の重要なしくみの１つである。

転写因子も転写制御に重要なはたらきを担っている。転写調節領域に結合した転写因子により，転写は促進されたり抑制されたりする。１つの遺伝子が複数の転写因子に制御されたり，１つの転写因子が複数の遺伝子の転写を制御したりする。

転写がこのような多段階の制御を受けることで，多細胞生物の細胞では，同じ遺伝情報をもちながら (4) 組織ごとに遺伝子発現のしかたが異なる。(5) 転写因子の遺伝子に突然変異が起こると遺伝子の転写制御が乱れ，(6) 細胞のがん化につながることがある。

問１　下線部（１）について，プロモーターに RNA ポリメラーゼが結合するきっかけをつくるこれら複数のタンパク質を何とよぶか，名称を記せ。

生　　物　（その２）

問２　下線部（２）について，

ⅰ）次の ① ～ ⑥ から適当なものをすべて選び，番号で記せ。

① 転写中の RNA ポリメラーゼは終止コドンに対応する配列を認識して，鋳型鎖から離れる。
② DNA の２本鎖のうち，どちらが鋳型鎖になるかは遺伝子ごとに異なる。
③ RNA ポリメラーゼは転写にプライマーを必要としない。
④ 転写調節領域はプロモーターから離れた DNA 上に存在することがある。
⑤ 転写調節領域は各遺伝子に対して１つずつ存在する。
⑥ 転写された mRNA 前駆体は核外でキャップ構造とポリ A テールが付加される。

ⅱ）アンチセンス鎖の塩基配列が 5′- TGGCACTAA -3′ の場合，転写された RNA の配列はどうなるか，5′ 側から記せ。

問３　下線部（３）について，

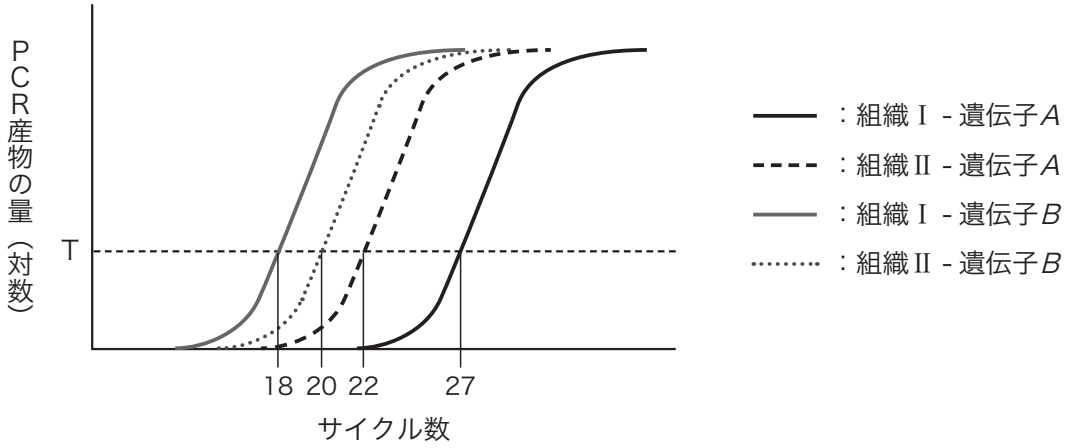
ⅰ）塩基性タンパク質のヒストンにアセチル基が付加することで，ヒストンの正電荷が減少してクロマチン構造がゆるむ。ヒストンの正電荷が減少するとクロマチン構造がゆるむのはどうしてか，簡潔に記せ。

ⅱ）ヒストンのメチル基修飾やアセチル基修飾などによる転写の制御は，個体の形質変化にも関与する。例えば一卵性双生児は同じゲノムをもつが，体格や健康状態が同じになるとは限らない。このように，DNA の塩基配列の変化を伴わずに遺伝子発現が調節される現象およびその研究分野を何とよぶか，名称を記せ。

生　　物　（その３）

問４　下線部（４）について，マウスの組織Ⅰと組織Ⅱにおける遺伝子*A*の転写量（mRNA の量）を比較するために以下の実験を行った。転写量の基準として，どちらの組織においても細胞あたりの転写量が同じである遺伝子*B*の mRNA を用いた。まず，採取した組織Ⅰと組織Ⅱからそれぞれ全 mRNA を抽出し，これらの mRNA をもとに cDNA を合成した。次に，cDNA を鋳型として遺伝子*A*と遺伝子 B のそれぞれの一部を PCR 反応で増幅した。各 PCR 産物をサイクルごとに定量し，その値が一定量（T）になるまでのサイクル数を比較することで mRNA の定量を行った（図１）。ただし，遺伝子*A*と遺伝子*B*の PCR 産物の長さは同じである。また，図１は縦軸が対数の片対数グラフである。

図１



ⅰ）遺伝子*B*のように，細胞の種類に関わりなく常に発現している遺伝子を何とよぶか，名称を記せ。

ⅱ）遺伝子*B*の PCR 産物の量がTになったのは，組織Ⅰでは 18 サイクル目，組織Ⅱでは 20 サイクル目であった。採取した組織Ⅰに含まれていた細胞数は，採取した組織Ⅱに含まれていた細胞数の何倍か。次の ① ～ ⑦ から最も適当なものを１つ選び，番号で記せ。

① 1/8 倍　② 1/4 倍　③ 1/2 倍　④ 1 倍
⑤ 2 倍　⑥ 4 倍　⑦ 8 倍

生　　物　（その４）

ⅲ）遺伝子 A の PCR 産物の量がＴになったのは，組織Ⅰでは 27 サイクル目，組織Ⅱでは 22 サイクル目であった。遺伝子 A について，組織Ⅱにおける細胞あたりの転写量は組織Ⅰにおける細胞あたりの転写量の何倍か，整数で記せ。

問５　遺伝子発現はホルモンにより調節されることもある。糖質コルチコイドによる調節のしくみについて，次の ① ～ ⑧ から適当なものをすべて選び，その過程を例にならって順に記せ。

例：⑩ → ⑫ → ⑪ → ⑨

① 糖質コルチコイドが細胞内にある受容体に結合する。
② 糖質コルチコイドが細胞膜にある受容体に結合する。
③ 糖質コルチコイドが細胞膜の脂質二重層を通過して細胞内に入る。
④ 糖質コルチコイドが直接 DNA に結合し，転写因子としてはたらく。
⑤ 糖質コルチコイドが細胞膜にあるチャネルを通過して細胞内に入る。
⑥ 活性化された G タンパク質が転写因子としてはたらく。
⑦ 受容体と結合した糖質コルチコイド複合体が G タンパク質を活性化する。
⑧ 受容体と結合した糖質コルチコイド複合体が転写因子としてはたらく。

問６　下線部（５）について，ある遺伝子 C の遺伝子産物Ｃは，４量体（４C）を形成したときのみ転写因子として機能する。Ｃは４量体形成に必要な領域と転写制御に必要な領域をもつ。遺伝子 C の変異型である C' の遺伝子産物Ｃ′は，４量体形成に必要な領域は正常であるが，転写制御に必要な領域は変異して機能をもたない。この変異型遺伝子 C' と正常型遺伝子 C をヘテロにもつ細胞でつくられる４量体のうち，機能するもの（４C）の割合は何％か。数値は四捨五入して小数第２位まで記せ。ただし，この細胞において変異型Ｃ′と正常型Ｃのタンパク質の量は同じものとする。

生　　物　（その５）

問７　下線部（６）について，ある正常細胞で転写因子の遺伝子D，E，F，Gはほとんど転写されていないが，それががん化した細胞では遺伝子Dの転写量が著しく増加し，その影響下にある遺伝子E ～ Gの転写量も増加していた。遺伝子W, X, Y, Zは正常細胞で一定量の転写がみられたが，このがん細胞では転写因子Ｄ ～ Ｇの影響を受け，その転写量は遺伝子WとXは増加し，Yは減少，Zに変化はみられなかった（表１）。このがん細胞に対し，RNA 干渉を用いて転写因子Ｄ～Ｇの量を減少させたところ，遺伝子W ～ Zの転写量は表１のようになった。これらの結果から，遺伝子E ～ G，W ～ Zの転写量は転写因子Ｄにより図２のように調節されていることがわかった。

図２の（ ア ）～（ キ ）に入る遺伝子を記せ。ただし，（ ア ）～（ ウ ）はE ～ Gのいずれか，（ エ ）～（ キ ）はW ～ Zのいずれかである。また，転写因子Ｅ ～ Ｇは互いの転写に影響せず，遺伝子Dの転写にも影響しない。さらに，遺伝子W ～ Zの転写は，転写因子Ｄ ～ Ｇ以外の影響を受けない。

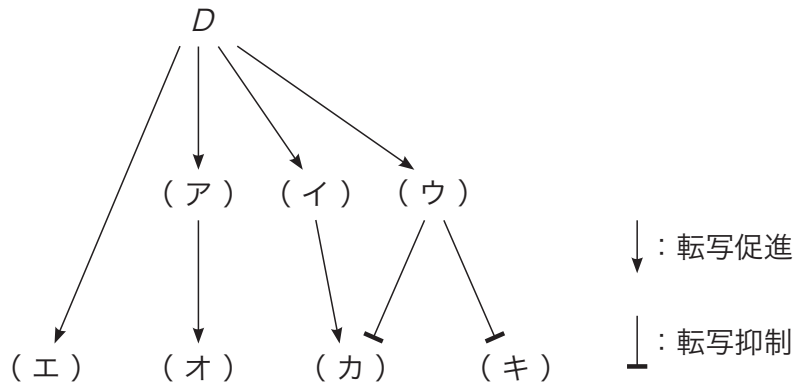
表１

細胞	RNA 干渉	W	X	Y	Z
正常細胞	なし	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋
がん細胞	なし	＋＋＋	＋＋＋	＋	＋＋
がん細胞	Dを RNA 干渉	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋
	Eを RNA 干渉	＋＋	＋＋＋	＋	＋＋
	Fを RNA 干渉	＋＋＋	＋＋＋	＋	＋
	Gを RNA 干渉	＋＋＋	＋＋＋	＋＋	＋＋＋

（＋の数は転写量を表す）

生　　物　（その６）

図２



生　　物　（その７）

第２問　糖尿病に関する次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

Ⅰ型糖尿病患者Ａさんの例

小学５年生のＡさんは，家族でキャンプに行った際に夜尿（おねしょ）で寝袋をぬらしてしまった。小学校に入学した頃から夜尿をすることはなかったので，両親は少し心配になり，Ａさんの日常生活を振り返ってみた。すると，トイレに行く回数が非常に多く，頻回に水を飲むようになっていた。また，(1) 以前に比べて異常なほど食欲があり，食事量が増えたにも関わらず，やせてきてズボンがゆるくなっていた。両親はこれらの症状が糖尿病でみられることを知っていたため，キャンプから帰宅後に受診させ，Ⅰ型糖尿病であることが判明した。それ以来，Ａさんは (2) インスリン注射器セットを携帯することになった。

Ⅱ型糖尿病患者Ｂさんの例

若い頃からお酒と甘いお菓子が大好きだった自営業のＢさんは，現在 55 才で身長 160 cm，体重 92 kg（肥満体型）である。最近，からだのだるさや頻尿に悩まされていたため病院で検査してもらったところ，Ⅱ型糖尿病であることが判明した。

問１　腎臓と尿の生成について，

ⅰ）次の文の（　ア　）～（　カ　）に入るものはどれか。下の ① ～ ⑨ から最も適当なものをそれぞれ１つずつ選び，番号で記せ。

腹部の大動脈から（　ア　）を通って腎臓へと供給された血液は（　イ　）から（　ウ　）にろ過されて原尿となり，水は（　エ　）と集合管で再吸収される。集合管を通過した尿は(　オ　)から(　カ　)を通ってぼうこうにためられる。

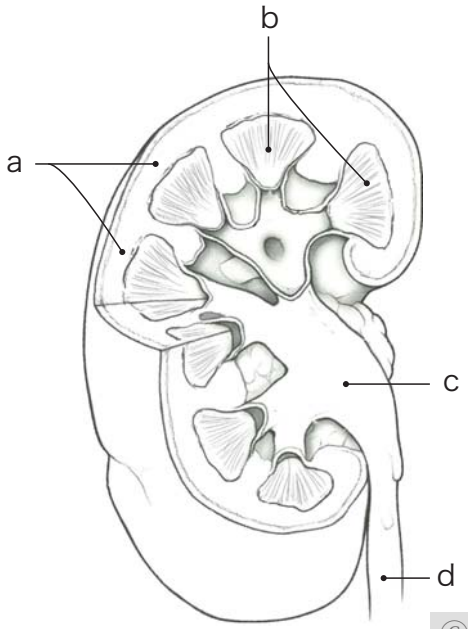
① 細尿管	② 輸尿管	③ ボーマンのう
④ 糸球体	⑤ 腎動脈	⑥ 腎静脈
⑦ 腎う	⑧ 皮質	⑨ 髄質

ⅱ）ⅰ）の（　イ　）と（　ウ　）を合わせて何とよぶか，名称を記せ。

生　　物　（その８）

iii）腎臓の構造を図３に示す。図３の ａ ～ ｄ が示す部分は何か。下の ① ～ ⑨ から最も適当なものをそれぞれ１つずつ選び，番号で記せ。

図３



©ELSEVIER, INC. - NETTERIMAGES.COM

① 細尿管	② 輸尿管	③ ボーマンのう
④ 糸球体	⑤ 腎動脈	⑥ 腎静脈
⑦ 腎う	⑧ 皮質	⑨ 髄質

iv）ぼうこうにはたらきかけて排尿を促進する神経はどれか。次の ① ～ ④ から最も適当なものを１つ選び，番号で記せ。

① 感覚神経　　② 運動神経　　③ 交感神経　　④ 副交感神経

生　　物　（その９）

問２　下線部（１）について，食事量が多いにも関わらず，Ａさんがやせたのはどうしてか，簡潔に記せ。

問３　下線部（２）について，

ⅰ）インスリンのはたらきとして，次の ① ～ ⑤ から適当なものを２つ選び，番号で記せ。

① 肝臓でのグリコーゲンの分解を促す。
② 肝臓でのグリコーゲンの合成を促す。
③ 骨格筋へのグルコースの取り込みを促す。
④ 血しょう中でグルコースを分解して ATP を産生する。
⑤ 脂肪細胞での脂肪の分解を促す。

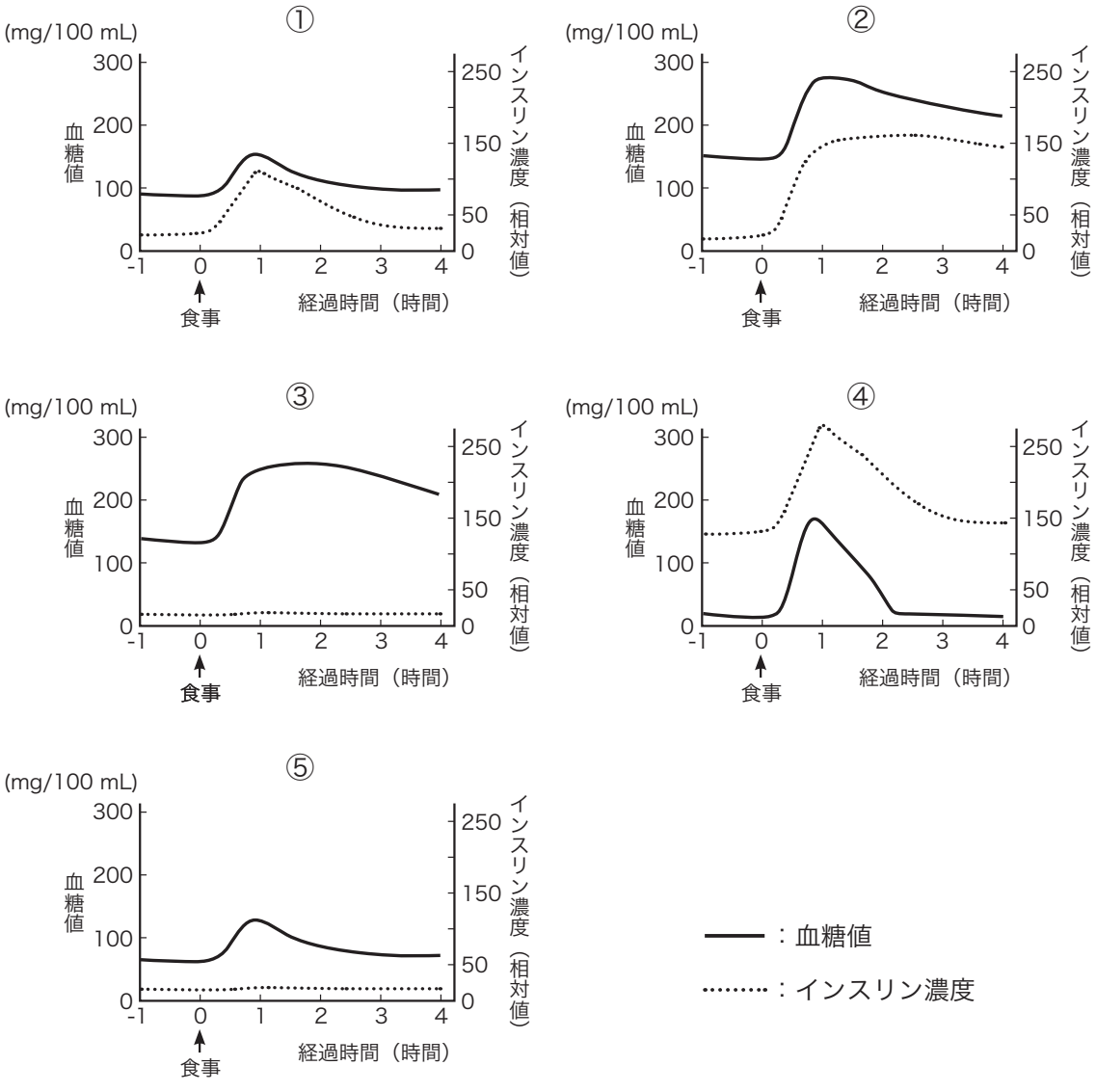
ⅱ）小春日和のある日，あなたはＡさんを連れてサイクリングに出かけることになった。途中のパン屋で食事する予定だったので，その前の休憩時にＡさんはいつもどおりインスリンを注射したが，パン屋が臨時休業だったため少し離れたレストランまで足を伸ばすことになった。ほどなく，Ａさんはひどく汗をかき始めた後で意識がもうろうとして動けなくなってしまった。一番近い病院までは 10 km ほどある。Ａさんのカバンの中には予備のインスリン注射器セット，ラムネ菓子（グルコースが多く含まれている），水，タオルが入っている。このとき，あなたがとる行動として最も適当なものはどれか。次の ① ～ ⑤ から１つ選び，番号で記せ。

① 周囲の人に協力してもらい，かついで病院へ運ぶ。
② 予備のインスリン注射を打つ。
③ ラムネ菓子を食べさせる。
④ タオルを水でぬらしてからだを冷やす。
⑤ タオルで汗をふき，木陰でからだを休ませる。

生　　物　（その10）

問４　治療前のＡさんとＢさんについて，食事前１時間から食事後４時間までの血糖濃度（血糖値）と血中インスリン濃度の時間変化を調べたところ，それぞれ異なる結果を得た。ＡさんとＢさんの測定結果はそれぞれどれか，最も適当なものを図４の ① ～ ⑤ から１つずつ選び，番号で記せ。ただし，測定前 10 時間は何も食べていない。

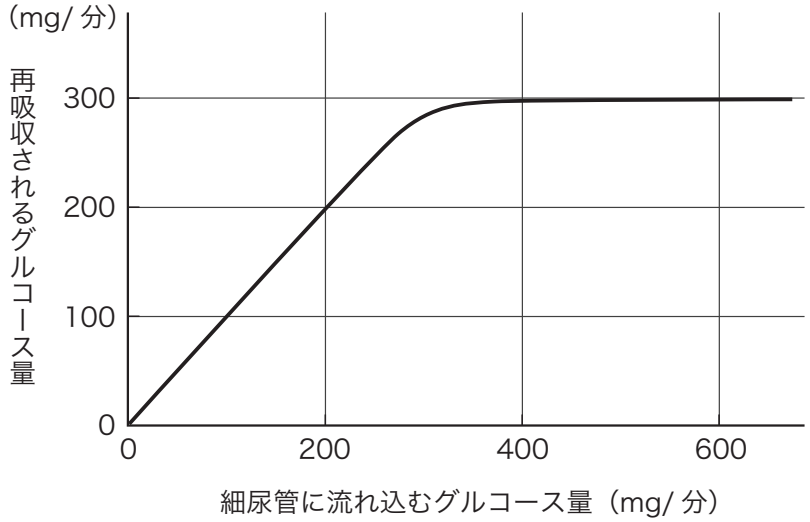
図４



生　　物　（その11）

問５　1 分間に細尿管に流れ込むグルコース量と細尿管で再吸収されるグルコース量の関係を図５に示す。1 分間に細尿管に流れ込むグルコース量と細尿管で再吸収されずに排出されるグルコース量の関係はどうなるか，解答欄の図に実線で描け。

図５



第一学習社、高等学校 生物基礎（2022年）

生　　物　（その12）

第３問　性と生殖に関する次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

生物が新しい個体を生みだす過程を生殖とよぶ。配偶子をつくらずに親のからだの一部から新しい個体を生じる生殖法を(1)無性生殖とよぶ。一方，雌雄２種類の配偶子が合体することにより，新しい個体が生まれることを有性生殖とよぶ。(2)有性生殖では配偶子をつくる際に減数分裂を伴う。(3)この過程で配偶子の多様性が生みだされる。(4)有性生殖を行う動物の多くは雌雄が別個体（雌雄異体）だが，(5)１つの個体が雌と雄の両方の生殖器官をもち（雌雄同体），卵と精子をつくりだす動物もいる。

問１　下線部（１）について，ヒドラとジャガイモはどのような方法の無性生殖をするか，それぞれ名称を記せ。

問２　下線部（２）について，減数分裂の過程の一部を図６と図７に示す。

図６

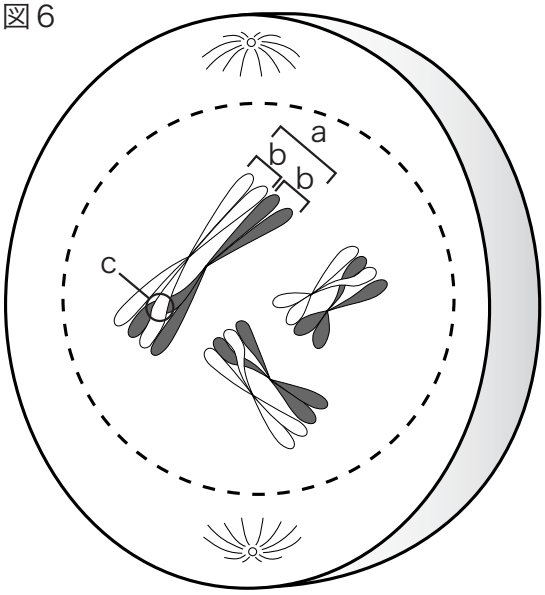
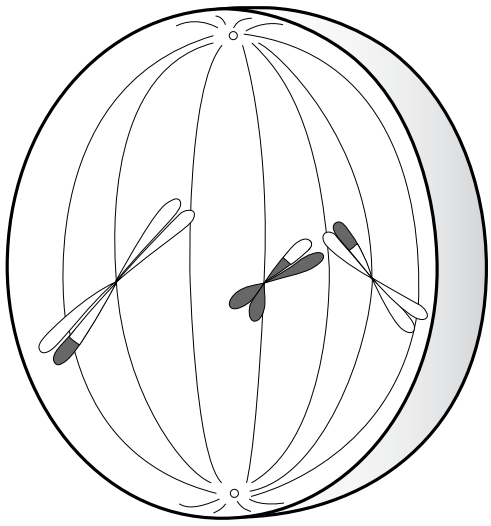


図７



実教出版、生物（2023年）

生　　物　（その13）

ⅰ）図６と図７は減数分裂の過程のどの時期にあたるか。次の ① ～ ⑧ から最も適当なものをそれぞれ１つずつ選び，番号で記せ。

① 第一分裂前期　　② 第一分裂中期
③ 第一分裂後期　　④ 第一分裂終期
⑤ 第二分裂前期　　⑥ 第二分裂中期
⑦ 第二分裂後期　　⑧ 第二分裂終期

ⅱ）図６において，ａは２つのｂが対合して形成される。ａとｂをそれぞれ何とよぶか，名称を記せ。

ⅲ）図６のｃで示した部位を何とよぶか，名称を記せ。

問３　下線部（３）について，減数分裂で多様性が生みだされるしくみを２つ簡潔に記せ。

生　　物　（その14）

問４　下線部（４）について，雌雄異体の性は，配偶子がもつ性染色体の組み合わせにより受精時に決まることが多い。カイコガは性染色体としてＺとＷの２種類をもつ。

ⅰ）性決定様式がＺＷ型である生物を，次の ① ～ ④ からすべて選び，番号で記せ。

① ニワトリ　　② キイロショウジョウバエ
③ トノサマバッタ　　④ ミノガ

ⅱ）カイコガの雌と雄の性染色体の組み合わせをそれぞれ記せ。

ⅲ）カイコガには油をしみこませた紙のように皮膚が透ける変異体（油蚕）がある。この変異は単一遺伝子によることがわかっている。油蚕の雌を正常蚕の雄と交配したところ，得られた F_1 は雌雄ともにすべて正常蚕であった。F_1 どうしを交配して得られた F_2 の雌の分離比は正常蚕：油蚕＝１：１で，雄はすべて正常蚕であった。油蚕の原因遺伝子について，次の ① ～ ⑤ から適当なものをすべて選び，番号で記せ。

① 顕性（優性）である。
② 潜性（劣性）である。
③ 常染色体上にある。
④ Ｚ染色体上にある。
⑤ Ｗ染色体上にある。

問５　下線部（５）について，カタツムリのミスジマイマイは雌雄同体であるが自家受精ができない。雌雄同体であることが，ミスジマイマイの繁殖にとってどのような利点があるか，簡潔に記せ。