

章末問題の解答と解説

第1章

問1) 細胞をもつこと，自己増殖すること，遺伝現象を示すこと。

問2) 子孫を生み出す遺伝は核酸が行い，タンパク質では遺伝現象は起きない。ウイルスゲノムである DNA や RNA を用いる必要がある。

問3) ウイルスは遺伝現象を伴って生細胞内で増殖するため，その機構の解明が生体機能や遺伝現象の解明につながる。

問4) モネラ界（古細菌ドメイン+真正細菌ドメイン），原生生物界，菌界，植物界，動物界。原核生物はモネラ界。

問5) 嫌気性の古細菌に好気（酸素）呼吸を行う好気性細菌が細胞内共生し，現在のミトコンドリアになって真核細胞が生まれたと考えられているため。

問6) 種は生物分類の最下位の分類名。同一種であれば生殖的隔離はなく，交配により有性生殖能をもつ子が生まれる。

問7) 1つは胚葉の数で，無胚葉，2胚葉，3胚葉の区別がある。3胚葉性動物は明確な体腔がないかあるか（原体腔か真体腔か）と，原口がそのまま口になるか（旧口・前口）肛門になるか（新口・後口）も分類基準となる。

問8) 魚類，両生類，は虫類，鳥類，哺乳類

2章

問1) 顕微鏡の発明

問2) 生物の自然発生の否定

問3) 核，ミトコンドリア，小胞体，ゴルジ装置，エンドソーム，リソソーム，ペルオキシソーム，小胞（輸送小胞）。核とミトコンドリアは二重膜構造をもつ。

問4) 脂質。特にリン脂質で，一定の割合でコレステロールも含まれる。

問5) 小胞体の表面で作られ内部に移動したタンパク質の加工や，糖付加・リン酸化などの化学修飾，そして細胞各所へのタンパク質の配送

問6) 核，ミトコンドリア，葉緑体

問7) 細胞膜とリボソーム

問8) 細胞壁、葉緑体などの色素体があり、中心体を欠く。

問9) アクチンとミオシン

3章

問1) 体細胞分裂と減数分裂。前者には無糸分裂/出芽、そして有糸分裂がある。

問2) DNA複製を終え、2本の姉妹染色分体が中央部の動原体で結合した状態。

問3) M期（細胞分裂期）以外の時期で、G₁期、S期、G₂期を指す。

問4) しない

問5) 細胞には細胞周期関連タンパク質の活性化因子である細胞周期特異的タンパク質キナーゼ：CDKとその活性化因子で細胞周期に特異的に発現するサイクリンがある。サイクリン-CDKの阻害因子:CKIは異常時に細胞周期を止める。

問6) ライセンス機構があるので起こらない。

問7) がん。p53はがん抑制タンパク質で、転写活性化因子としてCKI、アポトーシス、ゲノム修復、などの遺伝子の発現を上げる。

問8) 4個

問9) 染色体の乗り換えが起こり、それがキアズマとして観察される。

4章

問1) 胚

問2) 前生説

問3) 分化能により低い方から単能性幹細胞、多能性幹細胞、全能性幹細胞に分けられ、存在部位により組織幹細胞、生殖幹細胞、胚性幹細胞に分類される。

問4) 損傷部に組織細胞の元になる幹細胞が集合し、分化細胞が増殖するため。

問5) 細胞周期で細胞サイズが大きくなる時期であるG₁期の時間がほとんどなく、M期後すぐにS期に入るため。

問6) 原口形成後に原腸陥入が起こり、内胚葉、外胚葉に加え、中胚葉ができる（中胚葉誘導が起こる）。

問7) 卵において、ゲノムから発現する遺伝子の遺伝子産物が受精卵の細胞質中にあり、その後の発生の進行に決定的な役割を果たすもの。

問8) 発生組織の特定区分（体節など）に応じて発現する遺伝子で、体節の個性を決める。シグナル伝達因子や受容体もあるが、転写制御タンパク質が多い。

5 章

問1) 3大元素は酸素、炭素、水素で、それに窒素を加えたものが4大元素。

問2) 分子。分子は複数の原子が結合してできる。

問3) 炭素を含んでいても二酸化炭素水素やシアン化水素などは有機物ではない。今では多くの有機物が物理化学的反応のみで合成できる。

問4) 炭素骨格に水素と多くの水酸基をもつもので、多くは水溶性である。基本の糖（単糖）は分子内にケトン基かアルデヒド基をもつ。

問5) グルコース（ブドウ糖）

問6) グリセロールと脂肪酸がエステル結合した中性脂肪

問7) 脂肪酸の炭素同士に結合に2重結合があるものが不飽和脂肪酸。このうち、二重結合炭素に付く炭素鎖が異なる側にあるものをトランス脂肪酸という。

問8) L型の α アミノ酸で、全部で20種ある。

問9) ペプチド結合

問10) タンパク質は高次構造が壊れる場合、DNAは1本鎖になる場合をいう。

問11) 順にアデノシン、グアノシン、チミジン、シチジン

6 章

問1) 合成代謝は同化、分解代謝は異化

問2) 酵素

問3) 酸化的リン酸化、光リン酸化、基質レベルのリン酸化

問4) 一旦ミトコンドリアに入り、リンゴ酸として細胞質に出た後、ホスホエノールピルビン酸になり、解糖系を遡る。

問5) ペントースリン酸回路では核酸合成に関わるリボースと、脂質合成に必要な

NADPH が作られる。

問 6) クエン酸回路のことで、ミトコンドリア（のマトリックス中）にある。

問 7) アセチル CoA

問 8) ATP 合成のために、水素イオン濃度勾配をもつ空間を作るために必要。

問 9) エネルギーを得るための電子の移動過程（電子伝達系）で、最終標的分子として酸素を使うため。

問 10) アミノ酸からアンモニアの形で遊離し、尿素回路で尿素に変換され、腎臓から尿として排泄される。

7 章

問 1) 生物においてゲノムは DNA である。DNA には遺伝子も含まれるが、遺伝子でない部分も存在する。

問 2) 鎖の切断は起こらないが、2 本鎖 DNA が変性(解離)して 1 本鎖となる。

問 3) ゲノム DNA がヒストン 8 量体に巻き付いた数珠状繊維がヌクレオソーム。ヌクレオソームを基本とする DNA-タンパク質複合体をクロマチンという。

問 4) 糖の 3'末端側に伸びる。

問 5) 岡崎フラグメント（断片）

問 6) 二本鎖 DNA の各 1 本鎖が新生 DNA に 1 個ずつ入るのが半保存的複製。複製時、リーディング鎖が連続的、ラギング鎖が不連続的に合成されるのが半連続複製。

問 7) 変異（突然変異）

問 8) 相同組換え。減数分裂（の第一分裂）時に起こる

問 9) 5'末端のキャップ(構造)、3'末端のポリ A 鎖

問 10) mRNA

8 章

問 1) そういうことはない

問 2) 細菌/真核生物の RNA ポリメラーゼは<1 種類/複数種> 存在し、転写開始に基本転写因子を必要と<する/しない>。

問3) 基本転写因子

問4) エンハンサー

問5) HAT (ヒストンアセチルトランスフェラーゼ)

問6) スプライシング, 限定分解, 化学修飾, ヌクレオチド付加, 逆位

問7) mRNA, tRNA, rRNA

問8) 誤り。厳密さは問題文とは逆である

9 章

問1) 自己分泌, 傍分泌, 内分泌

問2) 視床下部

問3) 分泌部位は下垂体後葉, 合成は視床下部に細胞体のある神経分泌細胞

問4) 甲状腺からのカルシトニンと副甲状腺からのパラトルモンは, それぞれ血中カルシウム濃度を下げる, あるいは上げる

問5) エストロゲンが骨からのカルシウム吸収を抑えているため

問6) 正しい

問7) セカンドメッセンジャー (二次伝達物質)

問8) ナトリウム-カリウム ATPアーゼとカリウムチャネルの漏れ

問9) バソプレッシン分泌, 心房性利尿ホルモンの減少, アルドステロン増加

問10) グルカゴン, アドレナリン, 糖質コルチコイド, 成長ホルモン, チロキシン

問11) 転写活性化タンパク質/転写活性化因子

10 章

問1) 有性生殖に関わる細胞 (配偶子) として, 小型で運動性のあるものを多数作る側を雄, 大型で非運動性のものを少数作る側を雌とする

問2) 否。2倍体である

問3) 正しい

問4) 人為的であるが無性生殖の産物である

問5) ヒドラの出芽, クラゲでの幼生放出, プラナリアの組織からの個体再生などでみ

られる

問 6) 前者を配偶体，後者を孢子体という

問 7) 誤り（コラム参照）

問 8) コケは単相，シダは複相。藻類は両方がある

問 9) F プラスミドをもつ大腸菌は他の細菌と接合し，ゲノム DNA を移入させ，DNA 受容細胞内で相同組換えが起こすが，これが有性生殖相同の現象とみなされる

11 章

問 1) HIF1- α （低酸素誘導性転写制御因子- α ）

問 2) オートファジー

問 3) 正常細胞の 50～60 回という分裂限界がヘイフリック限界で，線状ゲノム複製の末端問題（7 章）によるテロメアの短縮が原因である。テロメラーゼはテロメアを伸ばす酵素で，生殖系列細胞やがん細胞に多い

問 4) 扁平化，空胞の出現，多核化，ミトコンドリアの損傷，活性酸素種増加，リソソームの膨潤

問 5) 前者はネクローシス，後者はアポトーシス

問 6) アポトーシス発動は遺伝子に組み込まれており，さまざまな主に内的原因で遺伝子発現のスイッチが入るため

問 7) カスパーゼ

問 8) 遺伝子発現変化で発現するタンパク質がミトコンドリアからのシトクロム *c* を漏出させ，それがカスパーゼを活性化するため

12 章

問 1) 否。発がんには主に複数の遺伝子変異が必要で若年期間は免疫能も高いため，60 歳あたりまでは患者数は少ないままだが，その後急速に増加率を上げながら患者が増えるため，患者数のグラフは S 字型になる

問 2) ワールブルグ効果

問 3) 誤り。両方の変異が必要である

問 4) DNA 損傷ではなく、遺伝子発現を高める作用をもつ物質で、がん化が確立した細胞の増殖に関わる。オカダ酸、胆汁酸など

問 5) RNA 型がんウイルスの場合がその通りだが、DNA 型がんウイルスのがん遺伝子はウイルス特異的なものである

問 6) 否。確率的にがん抑制遺伝子の機能が変異する方が多い

問 7) がんの種類や悪性度に関係なく基本的に非遺伝性。ただがん罹患の感受性に対する罹患しやすさ（＝体質）は遺伝する可能性がある。家族性がん/遺伝性がんは一定の遺伝性を示す

問 8) ヒトパピローマウイルス（HPV）によるがん（子宮頸癌、中咽頭癌など）

13 章

問 1) 一般的防御（例：物理化学的なものや分泌性防御物質による）、自然免疫、獲得免疫の順に働く

問 2) 異物侵入部位に肥満細胞からのヒスタミン、マクロファージなどの食細胞、補体や抗体が集まり、組織の発赤・発熱、腫れや痛みを伴う自然免疫における生体防御反応の 1 つ

問 3) ウイルス感染で誘導されるタンパク質の一種。IF α と IF β はそれぞれ白血球と線維芽細胞由来で抗ウイルス作用をもつ。IF γ は主に T 細胞が作り、白血球活性化能や腫瘍攻撃能がある

問 4) それぞれクラス II とクラス I の MHC

問 5) 樹状細胞、マクロファージ、B 細胞

問 6) 抗体に 2 個の抗原結合部位があり、抗原同士を連結するため

問 7) ない。ゲノムの抗原認識部位該当 DNA は既に固定されてしまっているため

問 8) IgE クラス

問 9) HLA（白血球抗原）型の一致度

14 章

問 1) 感染は宿主－寄生体関係が成立した状態。顕性感染：発症に到る感染。日和見感

染：免疫力低下が原因による非病原性の常在微生物などによる顕性感染。垂直感染：親から子への感染（主に母親からの母子感染である）

問 2）多くの国～世界的規模に及ぶ感染症の大流行

問 3）病原体の孢子や遺伝子やある種のタンパク質の不活化は完全にはできない。増殖型病原体細胞などの不活化は可能

問 4）あまりない。逆性石炭にはある

問 5）大腸菌，赤痢菌，チフス菌，サルモネラ菌，ペスト菌，肺炎桿菌

問 6）抗酸菌染色されるマイコバクテリア属細菌。結核菌，ハンセン病菌などが含まれる

問 7）偏性嫌気性菌（無酸素条件でのみ生存できる）で芽胞をもち，熱安定性高い強力な外毒素を作る（例：破傷風菌，ボツリヌス菌，ウエルシュ菌）

問 8）1 本鎖 RNA ウイルスのうち相補的 RNA がタンパク質をコードするもの（例：インフルエンザウイルス，はしかウイルス，ラッサウイルス）

15 章

問 1）細菌がファージ感染に対抗する制限修飾という現象のうち，制限に関わる酵素だから。切断 DNA 部位が特定配列に制限されているという意味も含む

問 2）同じ配列を標的にする配列特異的 DNA メチラーゼ（メチル化酵素）

問 3）DNA の物理的移入で細菌の遺伝形質が変化する現象を形質転換というが，遺伝子組換えではベクターにある遺伝子で細胞の形質が変化する

問 4）リン酸ジエステル結合

問 5）逆転写酵素

問 6）土中細菌であるアグロバクテリウム属細菌がもつプラスミド。植物組織に感染し，内部にある特定 DNA 領域をゲノムに組み込むので，植物ゲノムに遺伝子を導入するベクターとして使われる

問 7）リアルタイム PCR（あるいは定量 PCR），およびデジタル PCR

問 8）ポリアクリルアミドとアガロース。それぞれ短い DNA と長い DNA に使われる

問 9）サンガー法・ジデオキシ法に基づく旧来の DNA シークエンサーと原理などがまっ

たく異なる超高速の大量処理シーケンサー。現在は第 4 世代で、1 分子を物理的方法のみで解析するナノポアシーケンサーが主流

16 章

問 1) 変異体がありそこから遺伝子の構造や種類にたどりつく順遺伝学と、既存遺伝子の構造を変化させて機能の変化を見る逆遺伝学。

問 2) ある形質（ヒトの疾患など）の発現に関連して、有意に高い頻度で見出される DNA/遺伝子中の点変異

問 3) 生まれた動物は導入遺伝子の部位や個数が細胞/組織でまちまちなキメラになるため。つまり生殖細胞を介しないとトランスジェニックにならない

問 4) 多分化能をもつマウスの胚性幹細胞：ES 細胞

問 5) 類似機能をもつ遺伝子がほかにもあった。あるいは変異部位がスプライシングで利用されなくても同等の遺伝子産物ができていた

問 6) ゲノム特定部位の二本鎖切断。それを受けて細胞内で起こる DNA の非相同末端結合

問 8) sgRNA が塩基対結合し、PAM 配列をもつ DNA を切断する酵素

問 9) *in vivo* 法と *ex vivo* 法

17 章

問 1) 特定生物に対し示す毒性。感染症の場合は病原体に対して強い毒性があり、ヒトに対してはできるだけ弱い方（選択性が明確なもの）が良い

問 2) タンパク質は消化管から吸収されず、しかも消化・分解されるので、内服はできず、血中、組織中に直接投与方法を執る

問 3) 抗体に薬効や毒性をもつ低分子を結合させ、目的細胞の直に送達することで、目的細胞を処置/治療、攻撃/死滅させる手法

問 4) 安価で合成が容易で任意の構造変換にすぐ対応でき、安定化などのための化学修飾も行え、効果が明確で抗原になり難く、細胞内への送達もある程度可能であるなどの点

問 5) アンチセンスオリ

問 6) 免疫を得るために接種する翻訳の制御配列をもつ目的抗原タンパク質の mRNA。

接種されたヒトの細胞内で抗原が発現する

問 7) 残存する未分化細胞ががん細胞〜がんに発展してしまう可能性があるため

問 8) 動物の HLA 遺伝子をヒト型に変換する

問 9) 新型コロナウイルス感染症で始めて実用化された mRNA ワクチンの進化形。抗原のアミノ酸配列に加え、RNA 複製酵素（レプリカーゼ）遺伝子配列を含む

18 章

問 1) 多細胞生物の組織の細胞をバラバラにして培養すること。正常細胞なので、分裂回数に上限がある（→寿命がある）

問 2) 未受精卵

問 4) 植物培養細胞由来の不定胚（未分化な細胞塊）をゲルで包んだものを人工種子という。植物には分化全能性があるので種子のように使うことができる

問 5) コルヒチンは染色体分離を阻止するので受粉しても種ができない

問 6) エネルギー取得時に細胞内に生成した 3 価鉄が還元で 2 価鉄に戻る時に鉱物中の金属酸化物を酸化溶解するため。後は溶解した金属溶液の処理を行う

問 7) バイオマスとは生死に関わらず生物由来の有機物をいうが、一般には植物体をさす。エネルギーを得るため植物を燃やしても、生じた二酸化炭素が無尽蔵の太陽光でバイオマスに再生されるので再生可能エネルギーである

問 8) 負極ではグルコース酸化酵素により電子と水素イオンができる。陽極に移動した電子は供給された酸素と水素イオンと結合して水ができる

問 9) 好氣的汚水処理の際、曝気によって形成される増殖するさまざまな微生物を含むゲル状の塊。有機物を分解するので汚水が浄化される