

本科1期5月度

解答

Z会東大進学教室

東大・難関大・医学部生物

東大生物



4章 分子生物・遺伝④

問題

■演習

【1】

解答

問1 (d), (g)

問2 MyoD はタンパク質 P₁ と P₂ の転写にはたらくタンパク質であるので、翻訳されると核内に移動する。GFP タンパク質との融合タンパク質も、核内に移動したから。(77字)

問3 (a) 細胞質と核 (b) 核 (c) 細胞質と核 (d) 細胞質と核

問4 多核であり、横紋が観察される。(15字)

問5 (a) × (b) ○ (c) ○

理由：阻害剤 a は複製を、b は転写を、c は翻訳を阻害する。骨格筋細胞への分化は、特定の遺伝子が転写・翻訳されて起こるので、b と c は分化が阻害される。しかし、a では分化は阻害されない。(87字)

解説

問1 「遺伝子発現」とは、遺伝子が転写されて翻訳によりタンパク質が合成され、それが細胞で機能することをいう。MyoD は、タンパク質 P₁ と P₂ の遺伝子発現を引き起こし、かつ骨格筋細胞にだけ特異的に発現するタンパク質であることから、タンパク質 P₁ と P₂ の転写にはたらくタンパク質と考えられる。よって、転写とそのときにはたらく酵素である RNA ポリメラーゼを選ぶ。

問2 MyoD は転写にはたらくので、核内に局在する。翻訳は細胞質中で行われるが、その後はタンパク質がはたらく場所へと移動する。

問3 リシンのコドンは AAA, AAG なので、鋳型となった DNA では TTT, TTC である。メチオニンは AUG なので、DNA では TAC である。GFP 遺伝子の終わりはリシンなので、TTC である下の鎖が鋳型とわかる。また、GFP タンパク質単体では、核にも細胞質にも存在できることが、問題文の 1 段落目からわかる。

(a) GFP 遺伝子と MyoD 遺伝子の間に 1 対挿入されているので、MyoD 遺伝子の読み枠がずれる。よって、GFP タンパク質は正常に合成されるが MyoD タンパク質は異常が生じている。したがって、GFP タンパク質単体と同様、融合タンパク質は核と細胞質に存在する。

(b) GFP 遺伝子と MyoD 遺伝子の間には 3 対挿入されているので、読み枠はずれない。また、挿入された 3 対が指定するのはアラニンなので、GFP タンパク質と MyoD タンパク質の間にアラニンが 1 つ多いことになる。ただし、MyoD タンパク質は正常なので、融合タンパク質は細胞質から核へと移動する。

(c) (b)と同じで読み枠はずれないが、挿入された部分は終止コドン(UAG)である。よって、GFP タンパク質は翻訳されるが MyoD タンパク質は翻訳されない。

(d) (a)同様に読み枠がずれ、GFP タンパク質部分だけが正常となる。

問4 骨格筋細胞は、多くの細胞とは明らかに異なる特徴として、多核であること・筋原纖維が細胞質中に並んでいること、があげられる。

問5 アフィディコリンは細胞周期を S 期で止めることができる。多数の細胞の細胞周期を同調させたいときなどに用いられる。アマニチンは一部のキノコがもつ毒で、RNA ポリメラーゼを阻害する。ピュロマイシン(ピューロマイシン)は抗生素として用いられる物質で、伸長中のポリペプチド鎖に結合してタンパク質合成を阻害する。

【2】

解答

問1 切断末端の塩基配列が相補的であるから。(19字)

問2 ① 2本 ② 2本 ③ 2本

問3 ① 500 塩基対, 3500 塩基対

② 500 塩基対, 4500 塩基対

③ 1500 塩基対, 3500 塩基対

問4 (ア) 本来の開始コドンとは異なる位置に AUG の配列ができ、そこから翻訳が開始される。(39字)

(イ) 本来と異なる位置に開始コドンや終止コドンができる、ペプチド鎖の長さが変化する。(38字)

(ウ) 本来と異なるアミノ酸を指定するコドンができる、アミノ酸配列に変化が生じる。

(36字)

問5 花粉は精核のみ卵細胞に伝えるから。(17字)

解説

問1 問題文にあるように、制限酵素は特定の塩基配列を認識して切断するので、切断された末端も特定の塩基配列をもつ。制限酵素 A と B は異なる塩基配列を認識して切断するが、切断末端の 1 本鎖部分の塩基配列は共通である。

問2 ① プラスミドは制限酵素 A と B で 1 カ所ずつ切断される。

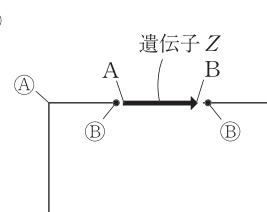
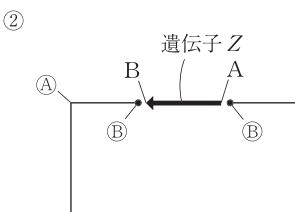
② 遺伝子 Z がプラスミドに入った場合、遺伝子 Z の制限酵素 A の切断末端と、プラスミドの制限酵素 B の切断末端が接着したことになる。ここでは

—GGATCT—

—CCTAGA—

という塩基配列になるので、どちらの制限酵素でも切断されない。切断されるのは、元々のプラスミドにある切断酵素 A の認識部位と、制限酵素 B どうしで結合した部位の 2 カ所である。

③ 正しい向きに入った場合も、遺伝子 Z の制限酵素 A の切断末端と、プラスミドの制限酵素 B の切断末端が接着した部位ができる。



Ⓐ, Ⓑはプラスミド側の制限酵素の認識部位

問3 ① プラスミドでは、制限酵素 A と B の認識部位間 500 塩基対が切り出される。

② 問2の解説の図より、プラスミドの制限酵素 A と B の認識部位間 500 塩基対と、

遺伝子 Z1000 塩基対とプラスミド 3500 塩基対が連結した 4500 塩基対に分けられる。

③ 問 2 の解説の図より、プラスミドの制限酵素 A と B の認識部位間 500 塩基対と遺伝子 Z1000 塩基対が連結した 1500 塩基対と、プラスミド 3500 塩基対に分けられる。

問 4 mRNA で ACG のコドンが C → U となると AUG の開始コドンとなる。また、CAA であれば UAA の終止コドンとなる。ちなみに、開始コドンの数塩基前には、決まった塩基配列がある。そのすぐ後にある AUG が開始コドンとなり、離れた部位であれば開始コドンではなくメチオニンを指定するコドンとなる。

問 5 植物でも卵細胞と精細胞が受精するが、精細胞は非常に小さく細胞質をほとんどもたない。よって、受精卵に含まれる葉緑体は卵細胞由来である。

【3】

解答

問1 1 - ③ 2 - ⑥ 3 - ③ 4 - ③ 5 - ③

問2 A, E

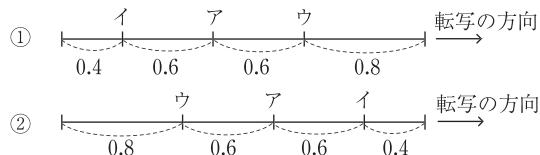
問3 ⑥

解説

問1 領域Tは $(18.0 - 15.6) = 2.4$ ユニットである。制限酵素ア～ウは、それぞれ領域Tの1カ所を切断する。また、3種類を同時に用いると4つの断片に分かれたことから、それぞれの認識配列が異なることがわかる。あとは、パズルを解くように、条件を満たすものを探していく。図2よりそれぞれの酵素で切断すると、断片は次の長さになるとわかる。

酵素アで切断：1.4ユニット、1.0ユニット 酵素イで切断：2.0ユニット、0.4ユニット 酵素ウで切断：1.6ユニット、0.8ユニット 3種類の酵素を同時：0.8ユニット、0.6ユニット×2、0.4ユニット

1, 2 イとウの短い断片は3種類で同時に切断したときにも得られているので、それぞれ長い方の断片のどこかでアの切断部位があるとわかる。これより、転写方向を考慮すると、切断部位は以下の2パターンが考えられる。



3～5 1ユニットは360塩基対なので、324

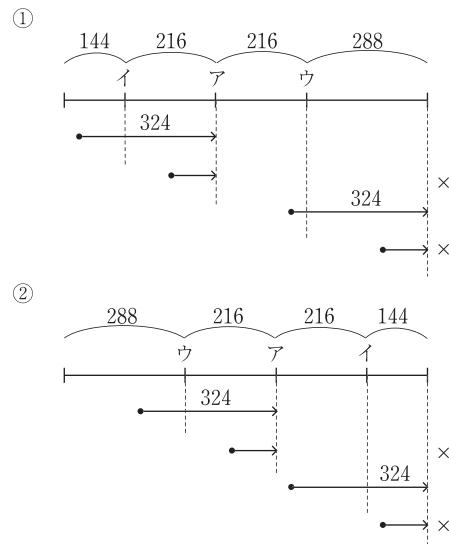
塩基は $1 : 360 = x : 324$ より 0.9ユニットである。右図では上①、②の場合に考えられる転写開始点4カ所を●、酵素アで切断したときに得られるRNAを→で示した。

①：アで切断したときに324塩基のRNAが得られるには、1段目と3段目のパターンである。1段目ではウで切断したとき、図の→がウのところまで伸びるので324塩基以上となり不適。3段目ではイで切断したときもアで切断したときと同じRNAができるので不適。

②：上記より、②の配列が正しいとわかる。

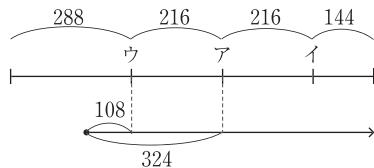
②の場合も1段目と3段目が考えられる。

3段目の場合には、アとウで切断したときに同じRNAができるので不適。



以上より、②の場合でウより左側に転写開始点があることになる。図に示すと下図のようになる。よって、合成される RNA の全長は $324 + 216 + 144 = 684$ 塩基となる。

$$\text{酵素イ} : 684 - 144 = 540 \quad \text{酵素ウ} : 324 - 216 = 108$$



問2 PCR では、2本鎖を1本鎖にする(水素結合を切る)ために、95℃に加熱する。そして、プライマーを鋳型となるDNA鎖に結合させるために、55℃前後にする。プライマーに続いてスクレオチド鎖を伸長させるとときはもう一度温度を70℃程度に上げる。

問3 「新しく生成されたRNAを識別」するので、RNAの構成成分であるスクレオチドに標識をすればよい。一般的には、塩基に放射性同位体元素を用いる。

添削課題

解答

問1 アー脱分化 イーカルス ウー全能性 エープロトプラスト
オー細胞融合 カー制限酵素 キーDNAリガーゼ

問2 ②, ③

問3 (i) ポマト(オレタチ)

(ii) トマトとジャガイモ(オレンジとカラタチ)

問4 除草剤に抵抗性をもつ遺伝子は優性である。遺伝子組換え植物の相同染色体のうち一方にのみ遺伝子が導入されている場合、導入遺伝子が含まれるのは配偶子の1/2なので、F₁では1/4で導入遺伝子をもたないものができる。

問5 遺伝子が導入された細胞では、抗生物質耐性遺伝子も同時に導入されているため、抗生物質を含む培地中でも生育できる。しかし、遺伝子が導入されていない細胞には抗生物質耐性遺伝子もないため、抗生物質の作用により生育できない。

解説

問1 ア～ウ：植物の種類によっては、枝から落ちた葉を水に浸しておくだけでも根が伸び、成長して茎や葉などができる。それは、植物細胞は一度分化したものが脱分化して未分化な状態に戻り、再び組織や器官に分化する力が強いからである。動物でも、トカゲの尾のように一度失われても再生するものもあるが(ちなみに、再生した尾には骨がない)、一般的には植物の方が再生能力が高いことが多い。このような性質を全能性(分化全能性)という。

エ、オ：植物細胞を細胞融合するときには、細胞壁を除く必要がある。まずは細胞壁どうしを接着しているペクチンをペクチナーゼで処理し、続いてセルラーゼを用いて細胞壁を分解する。

カ、キ：遺伝子組換えにおいて、制限酵素ははさみ、DNAリガーゼはのりに例えられる。

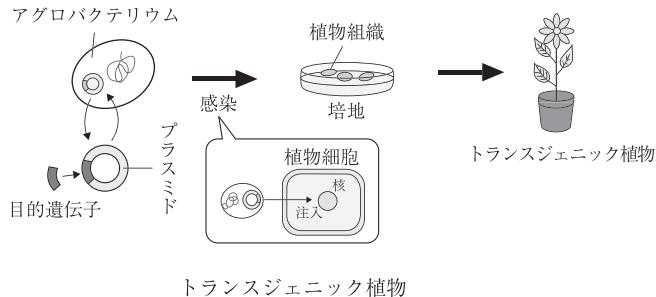
問2 ① 分化した細胞でも、すべての遺伝子は残っている。一部、例外としてB細胞では遺伝子の再構成が行われたり、赤血球では脱核が起こったりするが、ここでは考慮しなくともよいだろう。

④ 塩基配列が変化するのではなく、選択的に遺伝子発現が起こることによる。

⑤ 細胞の種類によって活性化している酵素に違いがある。

問3 細胞融合される植物は、近縁の種どうしを用いる。たとえば、トマトとジャガイモはともにナス科である。1970年代後半につくられたポマトであるが、実際にはジャガイモとしてもトマトとしても、どちらも十分には育たなかった。オレンジとカラタチを融合したオレタチは、1980年代に日本でつくられた。

問4 アグロバクテリウムがもつプラスミドのTi領域に導入したい遺伝子を組み込み、プラスミドをアグロバクテリウムに戻す。そして植物にアグロバクテリウムを感染させると、Ti領域が宿主細胞のゲノム中に組み込まれる。このとき、相同染色体の片方に目的遺伝子が導入されると、減数分裂によって配偶子ができる際、この遺伝子をもつのは1/2である。



問5 抗生物質にはいろいろなタイプがある。細菌にはたらき細胞壁合成を阻害するもの、核酸の合成を阻害するもの、タンパク質合成を阻害するものなどがある。抗生物質の代表例として挙げられるペニシリソルは、細胞壁合成を阻害するタイプである。