



2024 年度 東京大学

【 講 評 】

例年通り、考察問題・論述問題の量が多いため、時間配分が合格の鍵となる。第3問が比較的解きやすい問題であったため、はじめに全体を見通してここから取り組んだ受験生が有利であったと思われる。

【 解 答 】

第1問

I

A 1:核小体 2:基本転写因子

B rRNA:リボソームを構成し、アミノ酸どうしをペプチド結合でつなぐ触媒活性をもつ。

tRNA:アンチコドンを持ち、mRNAのコドンが指定するアミノ酸と結合しリボソームへ運搬する。

C (2)→(5)→(1)→(4)→(3)

D 酵素AによるSer2のリン酸化を促進し、プロモーター近傍で一時停止しているRNAポリメラーゼIIと遺伝子Xの解離を防ぐことで、遺伝子内部への進行を助ける。

E Ser2のリン酸化が、遺伝子Xの転写における律速段階であるため、プロモーター近傍で一時停止しているRNAポリメラーゼIIが滞留しているから。

F (2)

G 酵素BがATPを用いてCTD断片をリン酸化することでCTD断片が溶液中に分散する。ATP非存在下では酵素Bが機能しないため、CTD断片が疎水的に凝集し液滴のまま観察される。

H RNAポリメラーゼIIは、プロモーターに呼び込まれると酵素Bによるリン酸化を受けて核内で分散し、プロモーターとの結合が維持される。

II

I 遺伝子Sが発現しないため、前後両足をもたないマウスとなる。

J 転写調節因子Eの結合配列を含む領域を塩基配列欠損部に導入する。

K (1), (2), (3)

L (3), (6)

第2問

I

A 1: 栄養 2: 生殖

B 短日植物: アサガオ, キク 長日植物: アヤメ

C (1), (2), (4), (5)

D 温度条件: 当初は 22 度に保ったが, 明期開始 0 時間に最低温度 16 度, 10 時間に最高温度 23 度になるように日周性をもたせた。

光条件: 当初は遠赤色光の比率が低かったが, 730nm 付近をピークとする 700~750nm の波長成分を追加した。

E 明期開始から 4 時間をピークとするフロリゲンの発現は, 遠赤色光成分が多いとき, 発現量が増大する。一方, 16 時間をピークとする発現は, 温度の低下を受けることにより発現量が低下する。

F 光受容体 X: フィトクロム その他: クリプトクロム, フォトトロピン

G (2), (4)

H 遺伝子 Y の発現量は, 気温の低下から 1~2 か月遅れて減少し, 2 月から 4 月頃に最も少なくなる。遺伝子 Y 産物はフロリゲンの発現を抑制すると考えられるため, 花成時期の 2 月から 4 月頃にフロリゲンの発現量が最も多くなる。

I (2), (3), (4)

II

J (2)

K (3), (4)

L (1), (3), (5)

M 交配育種または祖先品種 W の復帰突然変異で生じた野生型遺伝子と変異型遺伝子のヘテロ接合体を自家受精して, 野生型遺伝子のホモ接合体を選抜した。

N (3), (4), (5)

第3問

I

A 胞胚の動物極側の予定外胚葉域の細胞塊と植物極側の予定内胚葉域の細胞塊を接着させて培養すると, 前者は後者の誘導を受けて中胚葉性の組織に分化した。

B ギャップ遺伝子→ペアルール遺伝子→セグメントポラリティ遺伝子

C 1: 外胚葉 2: 背側 3: 中胚葉 4: 左右 5: 中胚葉

D (2)

E (3), (4)

F (6)

G タンパク質 D が受容体タンパク質 E に結合すると, 最初に遺伝子 B の発現が促進され, 遺伝子 C の発現が抑制される。タンパク質 D の濃度が上昇し受容体タンパク質 E が飽和すると, 遺伝子 A の発現が促進され, 遺伝子 B の発現が抑制される。

第3問

II

H 目的の遺伝子の終止コドンを除き、翻訳を続けさせる。また、リンカー配列の塩基対数を3の倍数にして目的の遺伝子とGFPでコドンの読み枠を一致させる。

I 6:カドヘリン 7:カルシウム 8:アクチンフィラメント

J 野生型胚:(2) 遺伝子G欠損胚:(2)

K タンパク質F:(5), (6) タンパク質G:(2)

【 解 説 】

第 1 問

I

C (2)→(5)→(1)→(4)→(3)

図 1-1 の(左)と(右)を見比べると、(右)上では RNA ポリメラーゼ II がプロモーター領域には結合しているものの、その先へ進んでいないことがわかる。実験 1 問題文より、エンハンサー Y が働かないと遺伝子 X の転写が活性化しないが、これは RNA ポリメラーゼ II がプロモーター領域から遺伝子内部へ進行しないためと考えられる。【(2)→(3)】

(左)上より、RNA ポリメラーゼ II はプロモーターから遺伝子 X 内部まで全体的に結合していることがわかる。また、プロモーター領域に結合する RNA ポリメラーゼ II がやや多くなっているところから、RNA ポリメラーゼ II は遺伝子内部へ進行する前にプロモーター近傍で一時停止していることが予想できる。【(2)→(1)→(3)】

(左)中より、リン酸化 Ser2 をもつ RNA ポリメラーゼ II はプロモーター以外の領域に、(左)下より、リン酸化 Ser5 をもつ RNA ポリメラーゼ II は(左)上と同じ領域に結合していることから、Ser5 のリン酸化は RNA ポリメラーゼ II が遺伝子内部へ進行する前に、Ser2 のリン酸化は RNA ポリメラーゼ II が遺伝子内部へ進行した後

に起きることがわかる。【(2)→(5)→(1)→(4)→(3)】

D (解答参照)

実験 2 問題文より、薬剤 B を添加すると RNA ポリメラーゼ II がプロモーターおよび遺伝子 X 内部の全領域において安定的な結合が解離していたことから、酵素 B は①RNA ポリメラーゼ II がプロモーターに結合する、②RNA ポリメラーゼ II が遺伝子内部に結合する、2 つの結合の安定化を助けていることがわかる。C より、①には Ser5 のリン酸化が、②には酵素 A による Ser2 のリン酸化が関与することがわかるため、これを解答する。

E (解答参照)

C 解説でも述べた通り、プロモーター領域にピークがあるのはプロモーター近傍で RNA ポリメラーゼ II が一時停止しているからである。”律速段階”が必須語句となっていることをヒントに、なぜ RNA ポリメラーゼ II がプロモーター近傍で一時停止しているのかを考えればよい。

F (2)

薬剤 A によって阻害されるのは、Ser2 のリン酸化のみであり、酵素 B による Ser5 のリン酸化は阻害されないことに注意する。

II

K (1), (2), (3)

(4) mRNA の安定性が多指症につながるわけではない。

L (3), (6)

ヒトの手足の形成には、エンハンサー Z の近傍にタンパク質 G が結合することで、エンハンサー Z と遺伝子 S が近接して遺伝子 S の転写が活性化される必要がある。

(1) 転写調節因子の結合が失われて無手足症が生じるわけではない。

(2) 遺伝子 S の異所的な転写活性化により無手足症が生じるわけではない。

(4) タンパク質 G は遺伝子 S のスプライシングに関与するわけではない。

(5) タンパク質 G にこのような働きはない。

第2問

I

B 短日植物：アサガオ，キク 長日植物：アヤメ

トマトは中性植物である。

E (解答参照)

図 2-1 と図 2-3 の比較より，温度条件を変更することで明期開始 16 時間をピークとする発現量の変化が小さくなっていることがわかる。また，図 2-3 と図 2-4 の比較より，光条件を変更することで明期開始 4 時間をピークとする発現量の変化が大きくなっていることがわかる。

F 光受容体 X：フィトクロム その他：クリプトクロム，フォトトロピン

問題 D/E で考察した通り，遠赤色光が関与していることから，光受容体 X はフィトクロムであるとわかる。

G (2)，(4)

- (1) 実験 2 より，光受容体 X をノックアウトしてもフロリゲンの発現がゼロにはなっていないことから否定的である。
- (3) 実験 1 より，フロリゲンの発現には明期の長さも関係する。
- (5) 実験 1，2 より，明期の開始から 4 時間をピークにフロリゲンが多く発現した方が花芽形成は早まる。

H (解答参照)

図 2-7 より，気温の変化と遺伝子 Y の発現量のピークが少しずれていることに注意する。

I (2)，(3)，(4)

- (1) 図 2-7 より，日長の変化も関係する。また図 2-8 より，気温と遺伝子 Y の発現量は必ずしも相関するわけではない。
- (5) 図 2-7 より，現在の気温の情報だけではなく，気温の変化も関与する。

II

L (1)，(3)，(5)

- (2) 花芽形成に関与する遺伝子の突然変異であるため，苗の段階で選別することは難しい。
- (4) 冷害と害虫の関係性は低く，また害虫への対処法としても不適切である。

第3問

I

D (2)

図 3-2 より，(b)と(c)の結果が同じことから，脊索からタンパク質 D が放出されており，これが遺伝子 A・B の発現に関与すると考えられる。また，(a)において，脊索が除去されると全て遺伝子 C を発現していることから，遺伝子 A・B により遺伝子 C の発現が抑制されていることが予想される。

E (3)，(4)

- (3) 図 3-3 より，遺伝子 A が発現する場所では遺伝子 B の発現は起きないことから正しい。
- (4) 図 3-3(b)より，遺伝子 A が存在しなくても脊索から一定以上離れると遺伝子 B の発現は起きないことから正しい。

II

J 野生型胚 : (2) 遺伝子 G 欠損胚 : (2)

図 3-8(b)より, 遺伝子 G 欠損胚では遺伝子 A/C 発現細胞同士の結合は保たれていることに注意する。

K タンパク質 F : (5), (6) タンパク質 G : (2)

図 3-8(a)より, 遺伝子 F 欠損胚では遺伝子 A 発現細胞と遺伝子 B 発現細胞, 遺伝子 B 発現細胞と遺伝子 C 発現細胞の接着力が高い点が異常である。

お問い合わせは ☎ 0120-302-872

<https://keishu-kai.com/>