

第1問

【解答例】

【配点】20点

I

A 1-四倍体 2-Sry 1点(完答)  
3-乗換え 4-逆転写 1点(完答)

B (3) 2点

C (あ) (2) 2点  
(い) (3) 1点

D メス決定遺伝子は、性分化が起こる時期に発現するが、卵が着色してオスとメスを選別できるときは既に性分化が終了しているため。 2点

E (あ) レトロトランスポゾンが生殖細胞の分化や維持に重要な遺伝子領域に転移すると、それらの遺伝子が分断されてはたらきを失うため。 2点

(い) センス鎖 RNA と共通する配列をもつ piRNA は、レトロトランスポゾン由来のアンチセンス鎖 RNA と結合し、これを切断することで、生じたアンチセンス鎖 RNA の断片が新たな piRNA となる。 2点

II

F (1), (3) 2点(完答)

G 5'-キャップ  
3'-ポリ A 鎖(ポリ A, ポリ A 尾部) 2点(完答)

H タンパク質 M は遺伝子 D のオスに特異的な選択的スプライシングを促進する。Fem piRNA が遺伝子 M の mRNA を切断してタンパク質 M の合成を抑制することにより、オスに特異的な選択的スプライシングが起こらず、メスに特異的な選択的スプライシングが起こり、メス化が引き起こされる。 3点

【採点基準】

D 「メス決定遺伝子は、性分化が起こる時期に発現する」の内容で1点。

「卵が着色してオスとメスを選別できるときは既に性分化が終了している」の内容で1点。

E(あ) 「レトロトランスポゾンが生殖細胞の分化や維持に重要な遺伝子領域に転移する」の内容で1点。

「それらの遺伝子が(分断されて)はたらきを失う」の内容で1点。

(い) 「センス鎖 RNA と共通する配列をもつ piRNA は、レトロトランスポゾン由来のアンチセンス鎖 RNA と結合し、切断する」の内容で1点。

「生じたアンチセンス鎖 RNA の断片が新たな piRNA となる」の内容で1点。

H 「タンパク質 M は遺伝子 D のオスに特異的な選択的スプライシングを促進する」の内容で1点。

「Fem piRNA が遺伝子 M の mRNA を切断してタンパク質 M の合成を抑制することにより、オスに特異的な選択的スプライシングが起こらない」の内容で1点。

「メスに特異的な選択的スプライシングが起こり、メス化が引き起こされる」の内容で1点。

第2問

【解答例】

【配点】20点

A 1-カルビン・ベンソン

1点

B 2-好気性細菌 3-シアノバクテリア

2点(完答)

C (1), (5), (6)

2点(完答)

D (あ) 4-光化学 5-ストロマ

1点(完答)

6-能動 7-受動

1点(完答)

8-上昇 9-分解

2点(完答)

(い) (1)

2点

(う) 暗所ではタンパク質 G のはたらきによりヘム輸送体が不活性化しているため、ヘムは葉緑体内に局在したが、明所ではタンパク質 G が分解された結果、ヘム輸送体の不活性化が解除され、ヘムが細胞質へ輸送されたため、細胞質に局在した。

2点

E (あ) 野生株は明所ではタンパク質 G が分解され、G 抑制株と同程度にヘム輸送体の不活性化が解除されるため、ヘムの細胞質への輸送量が同程度だった。

2点

(い) 野生株では、薬剤 N により光合成が阻害され ATP が合成されず、タンパク質 C が活性化されない。この結果、タンパク質 G は分解されずヘム輸送体を不活性化する。一方、G 抑制株はもともとタンパク質 G が少ないので、一部のヘム輸送体の不活性化が解除されており、野生株よりもヘムの細胞質への輸送量が多かった。

3点

F 葉緑体が損傷しているにもかかわらずタンパク質 P が合成されることで、葉緑体ではたらく遺伝子群の発現が促進されるので、野生株に比べてエネルギーの無駄が多い。

2点

【採点基準】

- A 「カルビンベンソン」は、カルビンベンソンという人名ではないので不可。
- B 2- 「好気性生物」，「好気性原核生物」は、細菌，古細菌が明確でないので不可。
- D(あ) 4- 「光化学」を「明」，「酸化」としたものは不可。  
明反応は、チラコイドで起こる反応全体を指すので不可。  
光エネルギーを吸収した反応中心クロロフィルから電子が放出する反応の名称として「酸化反応」は不適。
- D(う) 「暗所ではタンパク質 G のはたらきによりヘム輸送体が不活性化しているため，ヘムは葉緑体内に局在した」の内容で1点  
「明所ではタンパク質 G が分解された結果，ヘム輸送体の不活性化が解除され，ヘムが細胞質へ輸送されたため，細胞質に局在した」の内容で1点。
- E(あ) 「野生株は明所ではタンパク質 G が分解される」の内容で1点。  
「G 抑制株と同程度にヘム輸送体の不活性化が解除される」の内容で1点。
- (い) 「野生株では，薬剤 N により光合成が阻害され ATP が合成されず，タンパク質 C が活性化されない」の内容で1点。  
「この結果，タンパク質 G は分解されずヘム輸送体を不活性化する」の内容で1点。  
「G 抑制株はもともとタンパク質 G が少ないので，一部のヘム輸送体の不活性化が解除されている」の内容で1点。
- F 「葉緑体が損傷しているにもかかわらずタンパク質 P が合成される，葉緑体ではたらく遺伝子群の発現が促進されるの」の内容で1点。  
「野生株に比べてエネルギーの無駄が多い」の内容で1点。

第3問

【解答例】

【配点】20点

I

- A 1-卵割 2-輸卵管 3-着床 1点(完答)  
4-羊水 5-胎盤 6-脊索 1点(完答)
- B (2), (4) 1点×2 = 2点
- C 合成されたタンパク質 H が遺伝子 H の転写調節領域に結合すると、遺伝子 H の発現が抑制される。タンパク質 H が分解されると遺伝子 H の発現の抑制が解除され、タンパク質 H が合成される。この過程が繰り返されることで、遺伝子 H の発現に周期性が生まれる。 3点
- D (あ) ヒトとマウスの遺伝子 H の発現周期の違いは、両者の遺伝子 H の塩基配列の違いによるのではなく、両者の細胞の環境の違いによる。 2点  
(い) (1)-(3) 1点
- E (あ) イントロンが2つ除去された分だけ転写にかかる時間が野生型より減少した。 2点  
(い) 7-増加 8-短縮 9-増加 2点(完答)
- F (1)-ニワトリ-140 $\mu\text{m}$  (2)-ヘビ-40 $\mu\text{m}$  2点(完答)

II

- G タンパク質 H の発現周期が消失するので、体節は形成されないと考えられる。 2点
- H 体節時計による体節の形成が生物時計のはたらきによって阻害されるのを防ぐことができる。 2点

【採点基準】

- C 「合成されたタンパク質 H が遺伝子 H の転写調節領域に結合すると、遺伝子 H の発現が抑制される」の内容で1点。  
「タンパク質 H が分解されると遺伝子 H の発現の抑制が解除され、タンパク質 H が合成される」の内容で1点。  
「この過程が繰り返されることで、遺伝子 H の発現に周期性が生まれる」の内容で1点。
- D(あ) 「ヒトとマウスの遺伝子 H の発現周期の違いは、両者の遺伝子 H の塩基配列の違いによるのではない」もしくは「両者の細胞の環境の違いによる」のどちらかの内容があれば可。
- E(あ) 「イントロンが2つ除去された分だけ転写にかかる時間が野生型より減少した」の内容で2点。  
「転写にかかる時間が野生型より減少した」だけでは1点。
- G 「タンパク質 H の発現周期が消失する」の内容で1点。  
「体節は形成されない」の内容で1点。
- H 「体節時計による体節の形成が生物時計のはたらきによって阻害(かく乱)されるのを防ぐことができる」の内容で2点。  
「体節時計が生物時計のはたらきによって阻害(かく乱)」「体節の形成が生物時計により阻害」など不完全な解答は1点。