

生 物

1 I～IIIに答えよ。

I 光合成について、問1～3に答えよ。

問1 ある双子葉植物の緑色の葉を使って、次の(i)～(iv)の手順で薄層クロマトグラフィーによる光合成色素の分離実験を行った。(1)～(3)に答えよ。

- (i) 緑色の葉を乳鉢に入れて、少量の硫酸ナトリウムを加えてすりつぶし、ジエチルエーテルを加えて抽出液をつくった。
- (ii) 薄層クロマトグラフィー用シートの下端から2 cm の位置に鉛筆で線を引き、細いガラス管を用いて(i)でつくった抽出液を線の中央につけた(原点)。乾いたら再び抽出液をつけ、この操作を5～10回繰り返した。
- (iii) 5 mm ほどの深さに展開液を入れた試験管の中に、(ii)のシートが浸かるように入れ、栓をして静置した。
- (iv) 展開液がシートの上端近くまで上がってきたら、シートを取り出し、分離した各色素の輪郭と展開液の上端を鉛筆でなぞった。

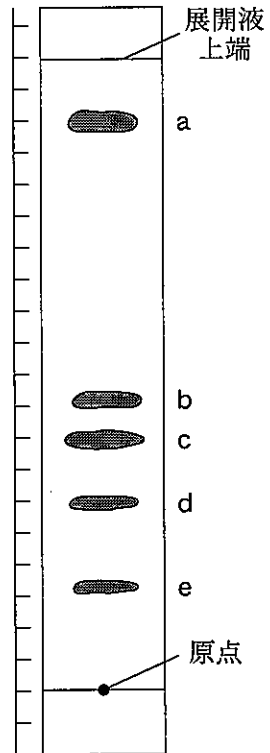


図1

結果：抽出液を展開したシートには、上からa(橙色)、b(青緑色)、c(黄緑色)、d(黄色)、e(黄色)の色素が分離した。図1は、薄層クロマトグラフィー用シートと鉛筆でなぞった色素の輪郭を示す。

(1) 分離されたそれぞれの色素の移動率を表す指標としてRf値が使われる。図1の結果から、Rf値が0.4だったのはどの色素か。最も適当なものを一つ選べ。 ア

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

(2) 図1のa~eの色素のうち、クロロフィルaはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 イ

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

(3) 図2は、この植物の光合成色素による光の吸収の度合いと光合成速度を示す。図1のcの色素の吸収スペクトルは、図2のA~Dのどの曲線か。最も適当なものを一つ選べ。 ウ

- ① A ② B ③ C ④ D

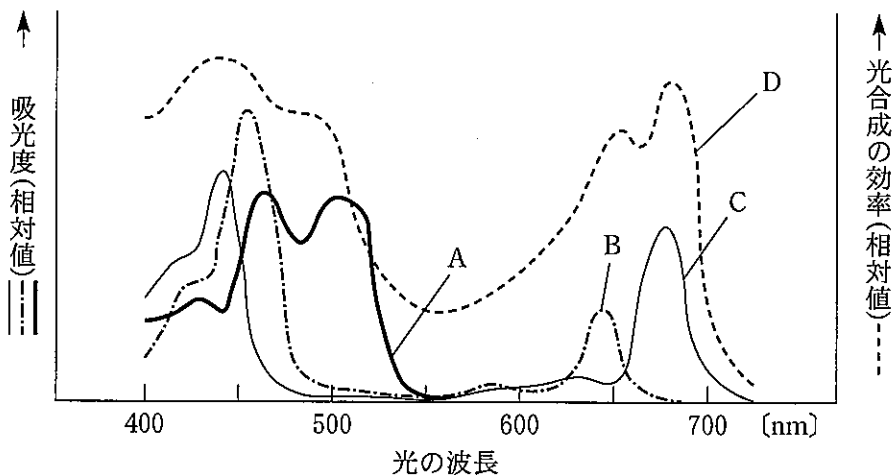


図2

問 2 次の文章中の(f)～(i)に当てはまる用語の正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **エ**

チラコイドの膜にある光化学系Ⅱ、光化学系Ⅰが電子伝達系でつながり、光エネルギーを吸収して、水の分解およびATPとNADPHの合成が行われている。

光化学系Ⅱでは、反応中心のクロロフィルが活性化され、電子(e^-)を放出する。 e^- を放出した反応中心のクロロフィルには、水の分解によって生じた e^- が補充される。水の分解に伴い、 O_2 や H^+ が発生する。 H^+ は(f)内に蓄えられる。

光化学系Ⅱから放出された e^- は、電子伝達系を経て光化学系Ⅰに移動する。このとき、 H^+ が(g)から(h)にプロトンポンプによって能動輸送される。 H^+ の濃度差が大きくなると、 H^+ は、膜にあるATP合成酵素を通過して(i)に移動する。この H^+ の移動でATPが合成される。光化学系Ⅰでは、反応中心から受容体に受け渡された e^- は、 H^+ とともに $NADP^+$ に渡り、NADPHが合成される。

	f	g	h	i
①	チラコイド	チラコイド	ストロマ	ストロマ
②	チラコイド	チラコイド	ストロマ	チラコイド
③	チラコイド	ストロマ	チラコイド	ストロマ
④	ストロマ	ストロマ	チラコイド	チラコイド
⑤	ストロマ	チラコイド	ストロマ	チラコイド
⑥	ストロマ	ストロマ	チラコイド	ストロマ

問 3 図 3 はカルビン・ベンソン回路を示す。図中の **オ** ~ **ケ** は、それぞれの物質の分子数を示す。**オ** ~ **ケ** に当てはまる数値はどれか。最も適当なもの一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。なお、 C_3 、 C_5 は、それぞれ炭素原子を 3 個あるいは 5 個もつ化合物を表す。

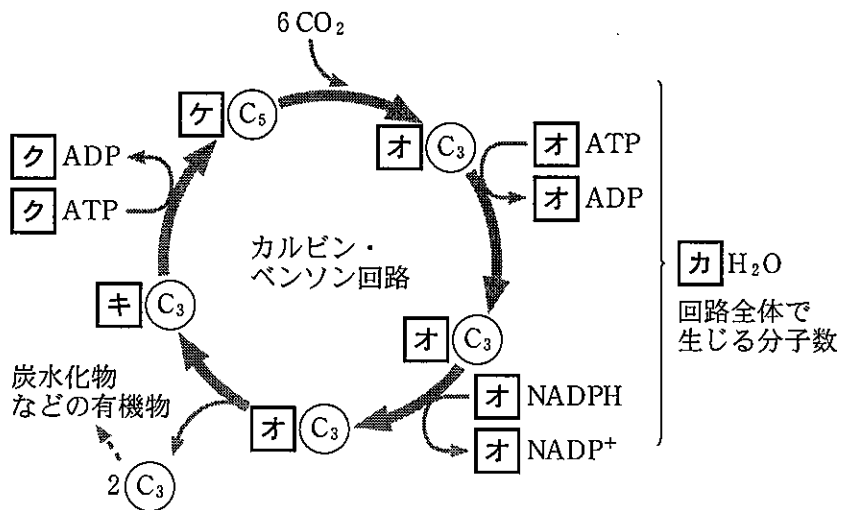


図 3

- | | | | |
|-----|-----|------|------|
| ① 2 | ② 3 | ③ 4 | ④ 5 |
| ⑤ 6 | ⑥ 8 | ⑦ 10 | ⑧ 12 |

II DNA の複製について、問 1 ~ 3 に答えよ。

問 1 DNA の複製について、次の **コ** ~ **セ** で、真核生物にのみ当てはまるものには①を、原核生物にのみ当てはまるものには②を、真核生物と原核生物のどちらにも当てはまるものには③を、真核生物と原核生物のどちらにも当てはまらないものには④をマークせよ。

- コ** 細胞増殖の際の複製は半保存的に起こる。
- サ** 細胞質基質で DNA の複製が起こる。
- シ** 複製の際に選択的スプライシングが起こる。
- ス** 複製は複製起点から両方向に進行する。
- セ** 染色体当たり、複数の複製起点がある。

問 2 次の文章の、(a)～(d)に当てはまる用語の正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ソ

DNA が複製されるとき、DNA の 2 本のヌクレオチド鎖をそれぞれ鋳型として、相補的な塩基配列をもつ新たな DNA 鎖が合成される。

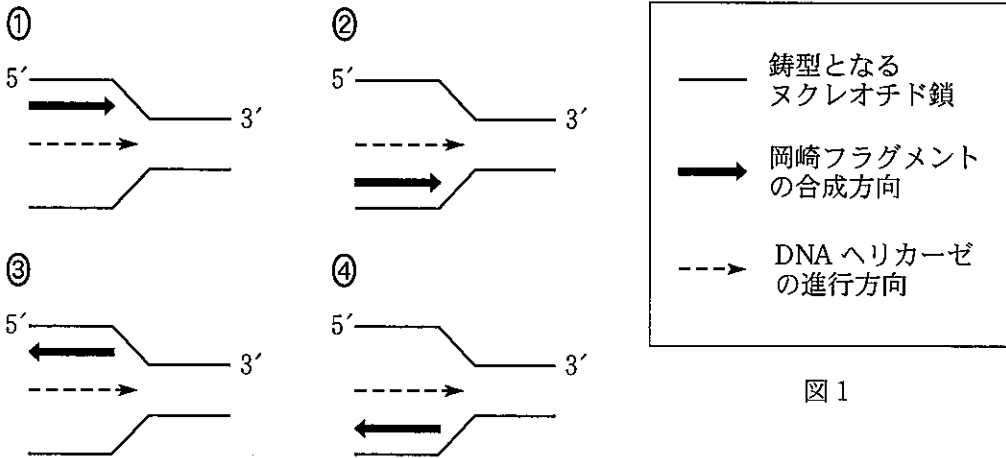
DNA 上で複製が開始される領域を(a)と呼び、DNA ヘリカーゼによって DNA の二重らせん構造がほどかれる。

複製開始部では、鋳型に対してプライマーと呼ばれる短い(b)が合成される。プライマーを足場にして(c)は、ヌクレオチドの糖と次のヌクレオチドのリン酸との間の結合を触媒し、新たな DNA 鎖をつくる。

できた DNA 断片は(d)によって、すでにつくられた断片とつながれる。

- | | a | b | c | d |
|---|---------|-----|------------|------------|
| ① | プロモーター | DNA | DNA リガーゼ | DNA ポリメラーゼ |
| ② | プロモーター | DNA | DNA ポリメラーゼ | DNA リガーゼ |
| ③ | プロモーター | RNA | DNA リガーゼ | DNA ポリメラーゼ |
| ④ | プロモーター | RNA | DNA ポリメラーゼ | DNA リガーゼ |
| ⑤ | レプリケーター | DNA | DNA リガーゼ | DNA ポリメラーゼ |
| ⑥ | レプリケーター | DNA | DNA ポリメラーゼ | DNA リガーゼ |
| ⑦ | レプリケーター | RNA | DNA リガーゼ | DNA ポリメラーゼ |
| ⑧ | レプリケーター | RNA | DNA ポリメラーゼ | DNA リガーゼ |

問 3 複製開始部において、岡崎フラグメントが合成されているようすを正しく表しているのはどれか。最も適当なものの一つ選べ。なお、図1に凡例を示す。 夕



Ⅲ ウイルスについて、問1～3に答えよ。

問1 インフルエンザウイルスの特徴について、正しい記述の組合せはどれか。最も適当なもの一つ選べ。 チ

- a タンパク質をもつ。
- b 細胞膜をもたない。
- c 単独で代謝を行う。
- d 自ら分裂して増える。

- | | | |
|-----------|--------------|-----------|
| ① a, b | ② a, c | ③ a, d |
| ④ b, c | ⑤ b, d | ⑥ c, d |
| ⑦ a, b, c | ⑧ a, b, d | ⑨ a, c, d |
| ⑩ b, c, d | ⊕ a, b, c, d | |

問2 ヒト免疫不全ウイルスの特徴について、誤っているのはどれか。最も適当なもの一つ選べ。 ツ

- ① DNAを遺伝子としてもつ。
- ② レトロウイルスの一種である。
- ③ ヒトの樹状細胞に感染する。
- ④ ヒトのマクロファージに感染する。
- ⑤ ヒトのヘルパーT細胞に感染する。

問3 ウイルスが引き起こす病気はどれか。最も適当なものを二つ選び、テに二つマークせよ。 テ

- | | | |
|--------|--------|-------|
| ① 結核 | ② 破傷風 | ③ 天然痘 |
| ④ デング熱 | ⑤ マラリア | |

2 I, IIに答えよ。

I ヒトの肝臓について、問1～4に答えよ。

問1 次の文章を読み、(1), (2)に答えよ。

肝臓は、直径(a)mmほどの大きさの肝小葉から構成されており、その一つは、約(b)個の肝細胞からなる。肝門脈からの血液と、心臓から(c)を通った血液は、(d)と呼ばれる毛細血管を通して、それぞれ(e)に集まる。

(1) (a), (b)に当てはまる数値の正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **ア**

- | | a | b |
|---|----|-----|
| ① | 1 | 1万 |
| ② | 1 | 10万 |
| ③ | 1 | 50万 |
| ④ | 10 | 1万 |
| ⑤ | 10 | 10万 |
| ⑥ | 10 | 50万 |

(2) (c)～(e)に当てはまる用語の正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **イ**

- | | c | d | e |
|---|------|-----|------|
| ① | 肝動脈 | 類洞 | 中心静脈 |
| ② | 肝動脈 | 胆細管 | 中心静脈 |
| ③ | 中心静脈 | 類洞 | 肝動脈 |
| ④ | 中心静脈 | 類洞 | 肝静脈 |
| ⑤ | 中心静脈 | 胆細管 | 肝動脈 |
| ⑥ | 中心静脈 | 胆細管 | 肝静脈 |
| ⑦ | 肝静脈 | 類洞 | 中心静脈 |
| ⑧ | 肝静脈 | 胆細管 | 中心静脈 |

問 2 食後の安静時における，肝門脈・肝動脈・肝静脈の，血中のグルコース濃度と尿素濃度について，正しい記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ウ

- a グルコース濃度が最も高いのは肝門脈である。
- b グルコース濃度が最も高いのは肝動脈である。
- c グルコース濃度が最も高いのは肝静脈である。
- d 尿素濃度が最も高いのは肝門脈である。
- e 尿素濃度が最も高いのは肝動脈である。
- f 尿素濃度が最も高いのは肝静脈である。

① a, d

② a, e

③ a, f

④ b, d

⑤ b, e

⑥ b, f

⑦ c, d

⑧ c, e

⑨ c, f

問 3 肝臓では，ビリルビンと呼ばれる物質ができる。ビリルビンについて，誤っているのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 エ

- ① 脂溶性である。
- ② 多くが尿とともに排出される。
- ③ ビリルビンを含んだ胆汁は脂肪の消化を助ける。
- ④ 赤血球のヘモグロビンを分解してつくられる。
- ⑤ 体内に過剰に蓄積すると黄疸を引き起こす。

問 4 次の文章を読み、(1)に答えよ。

肝臓は、血しょう中に最も多く含まれる **オ** を合成したり、毒性の高い **カ** を毒性の低い尿素につくりかえている。また、血糖量が多いときは **キ** をつくり貯蔵したり、古くなった赤血球を破壊しヘモグロビンがもっていた **ク** を貯蔵したりする。

(1) 文章中の **オ** ~ **ク** に当てはまる用語はどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

- | | | |
|---------|----------|------------|
| ① アルコール | ② アルブミン | ③ アンモニア |
| ④ カタラーゼ | ⑤ グリコーゲン | ⑥ グルコース |
| ⑦ 乳酸 | ⑧ フィブリン | ⑨ カルシウムイオン |
| ⑩ 鉄イオン | ⊕ 銅イオン | ⊖ ナトリウムイオン |

Ⅱ ヒトの腎臓の働きについて，問 1， 2 に答えよ。

問 1 ある健康な人の血しょう，原尿，尿の成分を表 1 に示す。イヌリンは，ヒトの体内では利用されない植物由来の多糖類で，血しょうから原尿へすべてろ過され，その後再吸収されずに尿中に排出されることが知られている。この人が 1 時間に生成する原尿の量は何 mL か。最も適当なものを一つ選べ。なお，尿は 1 分間に 1 mL 生成するものとする。 ケ

表 1

成 分	血しょう (%)	原 尿 (%)	尿 (%)
タンパク質	7.2	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
イヌリン	0.1	0.1	12.5

ただし，表中の % は質量パーセント濃度を示す。

- | | | | |
|--------|--------|---------|---------|
| ① 120 | ② 125 | ③ 480 | ④ 600 |
| ⑤ 720 | ⑥ 750 | ⑦ 1200 | ⑧ 1250 |
| ⑨ 7200 | ⑩ 7500 | ⊕ 12000 | ⊖ 12500 |

問 2 健康な人においても一時的な高血糖に陥ると，尿中に糖が排出される場合がある。図 1 は，問 1 の健康な人の血糖量が増加したときの，単位時間当たりのグルコースの，原尿へのろ過量・再吸収量・尿への排出量をそれぞれ示したものである。(1)，(2)に答えよ。

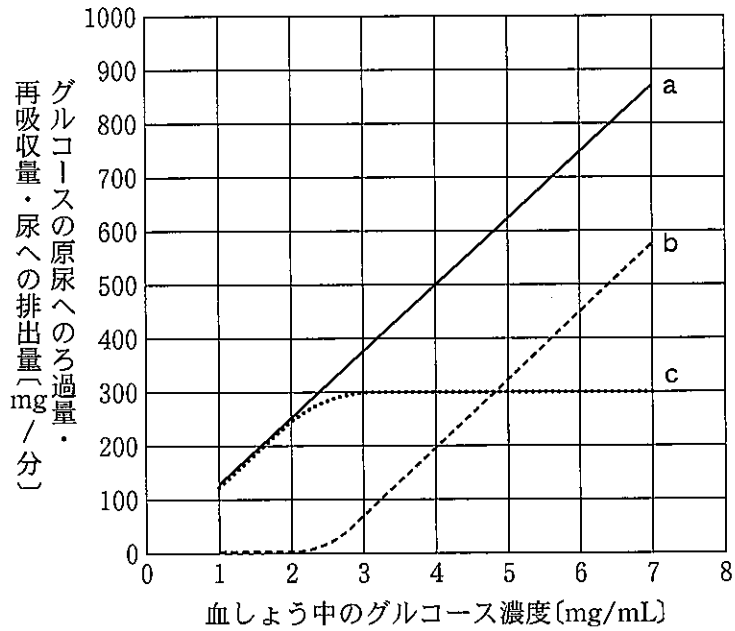


図 1

(1) 図中の a~c がそれぞれ示すものとして、正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 コ

- | a | b | c |
|-----------|---------|---------|
| ① 尿への排出量 | 原尿へのろ過量 | 再吸収量 |
| ② 尿への排出量 | 再吸収量 | 原尿へのろ過量 |
| ③ 原尿へのろ過量 | 尿への排出量 | 再吸収量 |
| ④ 原尿へのろ過量 | 再吸収量 | 尿への排出量 |
| ⑤ 再吸収量 | 尿への排出量 | 原尿へのろ過量 |
| ⑥ 再吸収量 | 原尿へのろ過量 | 尿への排出量 |

(2) この人が 1 時間で排出した尿中に 10.8 g のグルコースが含まれていたときの、血しょう中のグルコース濃度は何 mg/mL か。最も適当なものを一つ選べ。 サ

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 1.2 | ② 1.4 | ③ 1.7 | ④ 1.9 |
| ⑤ 2.4 | ⑥ 2.8 | ⑦ 3.4 | ⑧ 3.8 |

3 ショウジョウバエの発生について、次の文章を読み、問1～5に答えよ。

ショウジョウバエの胞胚までの初期発生を模式的に図1に示す。発生の初めは、核分裂が繰り返し起こる。細胞質分裂は起こらず、1つの細胞内に多数の核がある多核体と呼ばれる状態になる。その後、核は胚の周囲に移動し、細胞としての仕切りができ、一層の細胞に卵黄が覆われた胞胚と呼ばれる状態になる。このような卵割様式を「ア」と呼び、ショウジョウバエの卵は「イ」である。

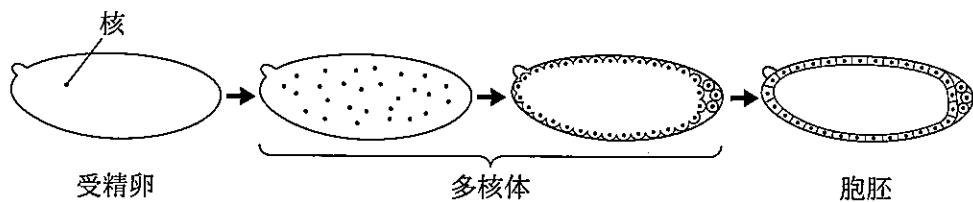


図1

ショウジョウバエの卵形成の過程では、発生に必要な多くの物質が卵細胞の中に蓄えられている。その中には、「ウ」と呼ばれる遺伝子群の mRNA などさまざまなものが含まれる。「ウ」の一つであるピコイド遺伝子の mRNA は、卵細胞の前端だけに蓄えられており、受精後に卵細胞の前端で翻訳され、ピコイドタンパク質は胚の中を前方から後方に向かって拡散していく。図2は、ピコイド mRNA とピコイドタンパク質の分布を示す。

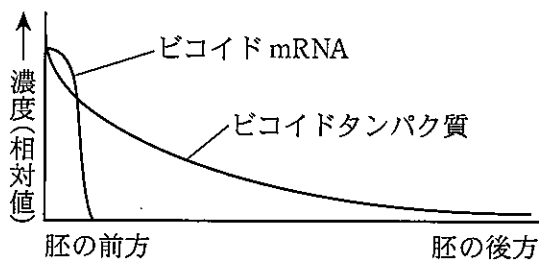


図2

受精後は、核からの転写も始まる。このとき調節遺伝子の一群である **エ** は、ピコイドタンパク質など、**ウ** 由来のタンパク質によって遺伝子発現が促進されたり抑制されたりする。その結果、胚のおおまかな領域が区画される。次に **エ** から合成されたタンパク質により **オ** 群の発現が引き起こされる。これにより胚には前後軸に沿って7本の帯状のパターンが形成される。さらに **オ** から合成されたタンパク質により、**カ** 群の発現が引き起こされる。これにより、胚の前後軸に沿って14本の帯状のパターンが形成される。

問 1 文章中の **ア** と **イ** に当てはまる用語は何か。最も適当なものを一つずつ選べ。

- | | | | |
|-------|-------|-------|------|
| ① 等黄卵 | ② 端黄卵 | ③ 心黄卵 | ④ 等割 |
| ⑤ 不等割 | ⑥ 表割 | ⑦ 盤割 | |

問 2 文章中の **ウ** ~ **カ** に当てはまる用語は何か。最も適当なものを一つずつ選べ。

- | | |
|------------------|--------------|
| ① ギャップ遺伝子 | ② 母性効果遺伝子 |
| ③ ペアルール遺伝子 | ④ ホメオティック遺伝子 |
| ⑤ セグメントポラリティー遺伝子 | |

問 3 文章中の **ウ** には、ピコイド遺伝子の他にハンチバック、ナノス、コーダルの3つの遺伝子が知られている。それぞれの mRNA は、受精前の卵の中の分布が決まっている(図3)。受精後に翻訳が始まり、胚の中にこれらのタンパク質の濃度勾配ができる(図4)。これにより胚の前後パターンがつくりだされる。ピコイドタンパク質とナノスタンパク質の作用について、正しい記述の組合せはどれか、最も適当なものを一つ選べ。 **キ**

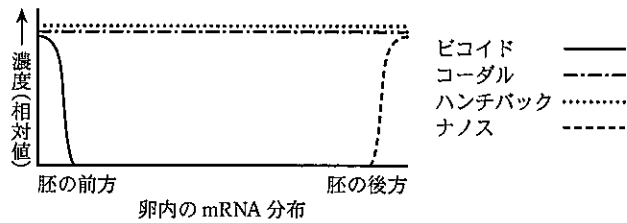


図 3

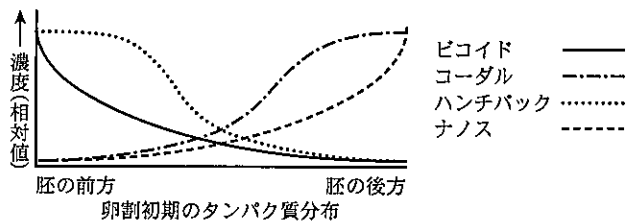


図 4

- a ピコイドタンパク質は、コーダル mRNA の翻訳を阻害する。
- b ピコイドタンパク質は、コーダル mRNA の翻訳を活性化する。
- c ピコイドタンパク質は、ハンチバック mRNA の翻訳を阻害する。
- d ピコイドタンパク質は、ハンチバック mRNA の翻訳を活性化する。
- e ナノスタンパク質は、コーダル mRNA の翻訳を阻害する。
- f ナノスタンパク質は、コーダル mRNA の翻訳を活性化する。
- g ナノスタンパク質は、ハンチバック mRNA の翻訳を阻害する。
- h ナノスタンパク質は、ハンチバック mRNA の翻訳を活性化する。

- ① a, g ② a, h ③ b, g ④ b, h
- ⑤ c, e ⑥ c, f ⑦ d, e ⑧ d, f

問 4 胚の表面の構造から、将来からだのどの領域になるかの予定運命がわかる。初期発生におけるピコイドタンパク質の役割を明らかにするため、ピコイド遺伝子を欠失した胚(欠失胚)を作製し、その予定運命を正常胚(野生型胚)と比較した(図5)。次に、受精直後の野生型胚と欠失胚の様々な場所にピコイド mRNA を注入し、予定運命を調べた(図6)。

図5と図6の結果から、ピコイドタンパク質の役割の考察として正しいのはどれか。最も適当なものを二つ選び、に二つマークせよ。

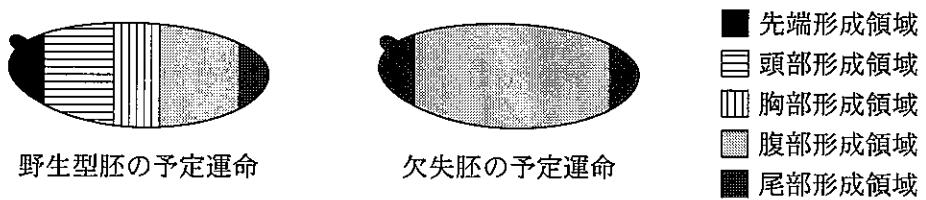


図 5

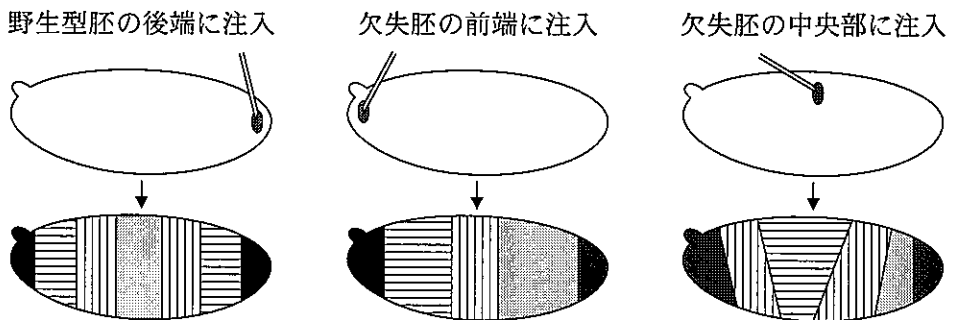


図 6

- ① 先端を形成するには、ピコイドタンパク質があれば十分である。
- ② 頭部を形成するには、ピコイドタンパク質が必要である。
- ③ 胸部を形成するには、ピコイドタンパク質は必要ない。
- ④ 腹部を形成するには、ピコイドタンパク質が必要である。
- ⑤ 尾部を形成するには、ピコイドタンパク質は必要ない。

問 5 文章中の **エ** には、クリュッペル、ジャイアント、テイルレス、クニルプスなどの遺伝子が知られ、遺伝子発現を調節するタンパク質をコードしている。各遺伝子の発現は、これらのタンパク質や図4に示すコーダルタンパク質とハンチバックタンパク質の相互作用により調節されている。次の(i)~(vi)から考えられる、各遺伝子の発現パターンの正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。ただし、図中の灰色部は発現している部分を表す。

ケ

- (i) クリュッペル遺伝子の発現は、ハンチバックタンパク質の濃度が、ある範囲内のときに活性化され、それ以外の濃度のときには抑制される。
- (ii) 高濃度のハンチバックタンパク質は、クニルプス遺伝子の発現を抑制する。
- (iii) クリュッペルタンパク質とジャイアントタンパク質は、相互に遺伝子発現を抑制する。
- (iv) コーダルタンパク質とハンチバックタンパク質は、ジャイアント遺伝子の発現を活性化する。
- (v) テイルレス遺伝子は胚の前端と後端で発現する。
- (vi) テイルレスタンパク質は、ジャイアント遺伝子とクニルプス遺伝子の発現を抑制する。

