

## 【 1 】 解答例

- ア グリセロール
- イ 脂肪酸
- ウ リン酸
- エ 両親媒
- オ 脂質二重層
- カ 活性化エネルギー
- キ 遷移状態
- ク 共役
- ケ ピリミジン
- コ プリン
- サ 水素
- シ 5'キャップ構造
- ス ポリ A 尾部
- セ 核膜孔
- ソ 平滑
- タ 突出
- チ  $\alpha$ ヘリックス
- ツ  $\beta$ バレル
- テ 輸送体
- ト チャネル
- ナ カルシウム
- ニ シナプス小胞
- ヌ Rab
- ネ SNARE

## 【2】 解答例

### 問1

- (1) (ア) II, (イ) 基本転写因子, (ウ) リン酸化, (エ) エンハンサー
- (2) mRNAのプロセッシング、mRNAの分解、タンパク質の分解等
- (3) クロマチン再構成複合体 促進する  
ヒストンアセチル化酵素 促進する  
ヒストンメチル化酵素 促進 (H3K4me3)あるいは抑制 (H3K27me3) 等

### 問2

誤っている考察は (a), (d), (e)

- (a) ChIP法の結果からRNAポリメラーゼはプロモーターだけでなく上流の調節配列2箇所(HS-48とHS-40/33)にも結合しているが、そのうち1箇所(HS-40付近)を欠失させた $\Delta A$ ではプロモーターへの結合も大きく減少しているため、プロモーターへの結合は一部調節配列に依存している。
- (d) ChIP法の結果からプロモーター部位を含めて欠失させた $\Delta B$ でも両者の調節配列への結合が見られることから、プロモーターへの結合を介さずに結合している部分がある。
- (e) HS-40配列の位置を遺伝子下流に移動させた3CのCの結果でもHS-40を欠失させたBの結果に比べてプロモーターとHS-48/46/33部位との距離が近くなっているため、HS-40は位置にかかわらず、プロモーターと上流の調節配列の相互作用を促進する。

## 【3】 解答例

問1

- (ア) 中心体
- (イ)  $\gamma$ -チューブリン環複合体 ( $\gamma$ TuRC)
- (ウ) 13
- (エ) チューブリン
- (オ) ダイニン

問2 暗視野観察法：観察対象に斜めから光を当て、観察対象からの散乱光や回折光のみを観察する方法。光学顕微鏡の解像限界以下の細さの微小管(直径約 25 nm)でさえ明確な明暗コントラストをつけて観察することができる。

問3

- (1) チューブリン二量体タンパク質濃度が一定に保たれているにも関わらず、その重合体である微小管が伸長と短縮を繰り返す現象。微小管末端近傍に組み込まれているチューブリン二量体が GTP 結合型 (重合型) であるか、GTP 加水分解後の GDP 結合型 (脱重合型) であるかにより、微小管の重合 (伸長)・脱重合 (短縮) の傾向が決まると考えられている。
- (2) 微小管の片端 (a 端) はもう片端 (b 端) に比べて長軸方向の動的变化が激しい。具体的には、b 端に比べて a 端では、微小管伸長時の伸長速度速く、短縮時の継続時間が長く、また、伸長から短縮あるいは短縮から伸長に変化する時間当たりの頻度が高い。

問4

(1)  $F = \gamma v = (5 \mu\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}) \times (12/2 \mu\text{m}/60 \text{ s}) = (5 \times 10^6 \text{ pN}\cdot\text{s}/\text{m}) \times (0.1 \times 10^{-6} \text{ m}/\text{s}) = 0.5 \text{ pN}$

(2) 娘染色体分離移動の仕事量  $W = (0.5 \times 10^{-12} \text{ N}) \times (12/2 \times 10^{-6} \text{ m}) = 3 \times 10^{-18} \text{ J}$

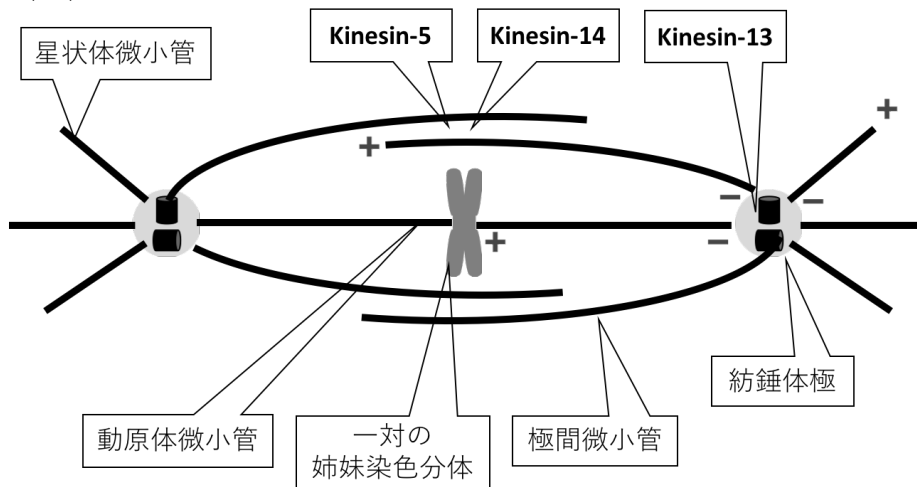
(3) ATP1 分子の加水分解による自由エネルギー変化： $60 \text{ kJ} / 6 \times 10^{23} = 1 \times 10^{-19} \text{ J}$

ATP 必要量： $2 \times (3 \times 10^{-18} \text{ J}) / (1 \times 10^{-19} \text{ J}) \times 10 = 6 \times 10^2$  分子が必要

細胞が 60 秒間に消費する ATP 分子数 =  $6 \times 10^8$

よって、細胞が消費する ATP のうち 0.0001% が娘染色体 1 対の分離に使われる

問5  
(1)



(2) 有糸分裂中期では、極間微小管を外方向に滑らせることで紡錘体極を離す方向に作用する **Kinesin-5** と、内方向に滑らせることで極を近づける方向に作用する **Kinesin-14**、そして極間微小管を脱重合することで極を近づける方向に作用する **Kinesin-13** の活性が拮抗することで、有糸分裂紡錘体構造が形成されると考えられる。

## 【4】 解答例

問1

ア 外、 イ 繊毛、 ウ 中、 エ 筋、 オ 収縮

問2

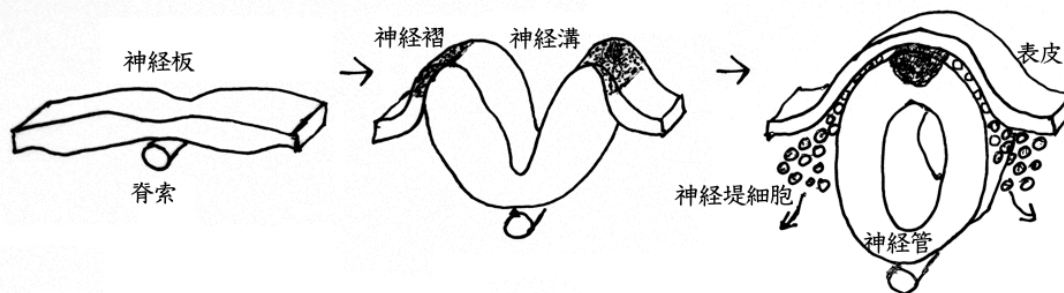
左右相称動物の前後軸に沿って発現する特定の遺伝子群（zootype 遺伝子）のホモログを放射相称動物から得て、それら遺伝子の発現パターンと左右相称動物の（前後軸に沿った）発現パターンと比較する。その結果、放射相称動物のそれぞれ口側と反口側が、左右相称動物の前後とどのような対応関係にあるかを調べる。

問3

移動方向の先頭部は、最初に新しい環境に出会うため、環境からの刺激を一番に感覚するために感覚器の集中が生じる。それに伴い関連する神経が集合し頭形成（cephalization）が起きる。その結果、より効率的に餌を探し捕食がしやすくなる。

問4

顎は神経堤細胞の分化によって形成される。下図のように、胚の前部で神経管が閉じる直前に、神経堤細胞の集団が神経褶のふちから切り取られる。この神経堤細胞は体のいろいろな領域に移動するが、頭部域に移動した神経堤細胞は歯、下顎、上顎骨を含む顔面骨などに分化する。



## 【5】解答例

問1

構造：A 化合物名：インドール-3-酢酸

問2

トリプトファン

問3

(1) 水素イオン

(2)  $H^+$ -ATPase による能動輸送

(3) 静止時には、細胞は膨圧を持っているが、細胞壁の応力がこれに釣り合っている。オーキシンによって水素イオンが排出され、細胞外の pH が下がるとエクспанシンやグルカナーゼが働いて細胞壁が緩み、細胞が大きくなるため。

問4

グループ A の遺伝子は、新たなタンパク質の合成を必要とせず、オーキシン添加前に存在したタンパク質を用いて転写が誘導される。グループ B の遺伝子の誘導には、オーキシン添加後のタンパク質（グループ A 遺伝子がコードする転写因子の一部を含む）を必要とする。

問5

オーキシン一次応答遺伝子のエンハンサーには ARF タンパク質が結合し、(少なくとも一部は) 転写活性化因子として働いている。オーキシン非存在下では、転写抑制因子である Aux/IAA タンパク質が ARF タンパク質に結合してオーキシン応答遺伝子の発現を抑えている。一方、TIR1 タンパク質は SCF ユビキチン化酵素複合体の基質認識サブユニットとして働いている。オーキシンは TIR1 と Aux/IAA タンパク質に同時に相互作用することでこれらを結びつけ、Aux/IAA タンパク質のユビキチン化を導く。ユビキチン化された Aux/IAA タンパク質はプロテアソームによって分解される。その結果転写活性化 ARF が機能するようになり、オーキシン一次応答遺伝子が働く。

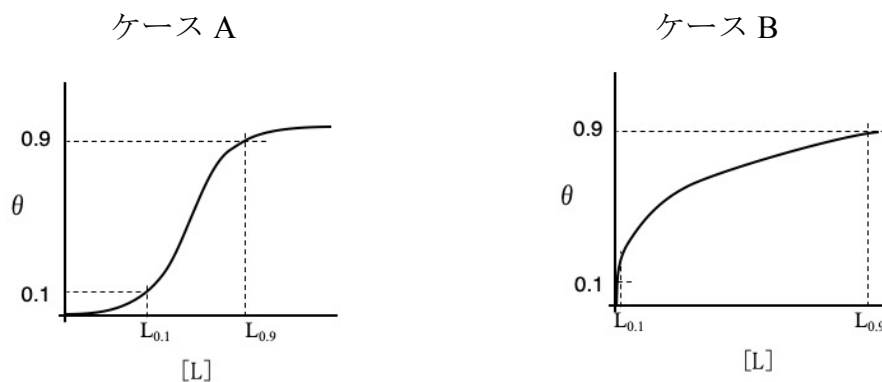
## 【6】解答例

問1

- |             |        |       |       |
|-------------|--------|-------|-------|
| ① (直角) 双曲線  | ② 1    | ③ 小さい | ④ 50  |
| ⑤ Hill (ヒル) | ⑥ おおきく | ⑦ 正   | ⑧ 小さく |
| ⑨ 負         | ⑩ 4    |       |       |

問2  $L_{0.1} : L_{0.9} = 1 : 81$

問3



問4 シグモイド曲線。変曲点付近で勾配が急なため、比較的わずかなリガンド濃度の上昇で受容体活性を極めて低い状態からフル活性化に近いところまでもっていける。

問5 リガンドが本来の結合部位以外のところに結合し、それによって受容体の構造が少し変化し、本来の結合部位の持っていたリガンド親和性が增大したり減少したりする。アロステリック効果。

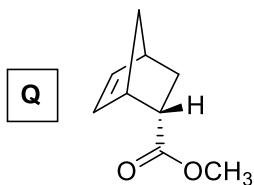
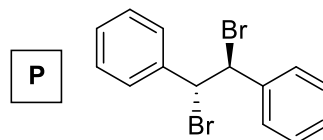
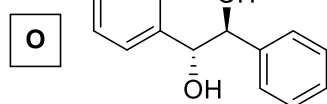
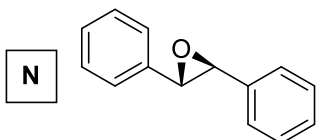
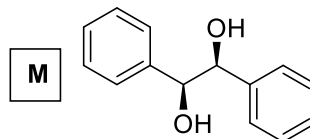
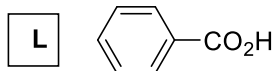
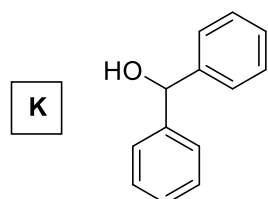
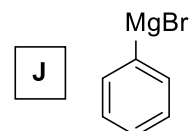
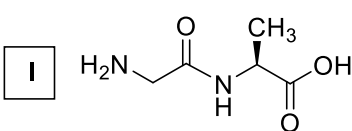
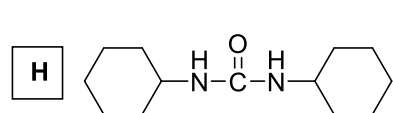
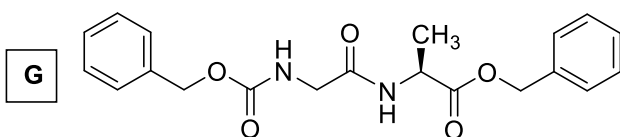
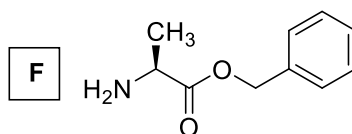
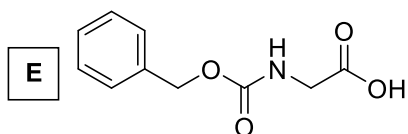
問6 リガンドを結合した受容体がある一定の密度に達すると急速に多量体化し、細胞応答の引き金が引かれる (正の協同性)。

## 【7】 解答例

問1

(A) アニリン, (B) 安息香酸, (C) *p*-クロロフェノール, (D) ナフタレン

問2



問3

Dean-Stark 装置などを用いて、生成する水を反応系外に除く。



問4

反応混合物をジエチルエーテルなどの有機溶媒に溶かして、1 M 塩酸などの酸性水溶液でアミンである F を塩酸塩として水溶液に抽出して除く。一方のカルボン酸である E は 5%炭酸水素ナトリウム水溶液などでナトリウム塩として水溶液に抽出して除く。

問5

M, N, Q

## 【8】 解答例

問 1

(1)  $e v B = m v^2 / r$

(2)  $v = e r B / m$

$$T = 2 \pi r / v = 2 \pi m / (e B)$$

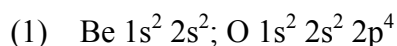
回転周期は  $r$  に依存せず、 $B$  に逆比例する。

粒子の速度を増大させたとき、回転の周期は変化せず、軌道半径は増加する。

(3) 上式より 10.7 T, 2桁の有効数字で 11 T。

(4) 1mm が波長なので、半波長 0.5mm の整数倍の長さで定在波を形成する。この定在波の長さが箱の一辺と等しい。

問 2



(2) VSEPR (Valence-shell electron pair repulsion) より、 $\text{BeH}_2$  では

2つの電子対があるので結合角は  $180^\circ$  である。

$\text{H}_2\text{O}$  では4つの電子対があるので正四面体角  $109.5^\circ$  程度になる。

(3) 気体ではマイクロ波回転スペクトル分光から慣性モーメントを得ることができ、それより計算する。

固体では、結晶の場合 X線や中性子線の回折像から立体構造が求まり、算出する。(NMRの核スピン間双極子結合からも距離を算出できる。)

(4) 電気双極子モーメントは O-H ベクトル上にある。

2回回転軸方向にのみ合成電気双極子モーメントが残り、結合角を  $\theta$  とすると、その大きさは  $\cos(\theta/2)$  のように変化する。

分子の極性はこの双極子モーメントとともに大きくなり、それからできる液体の極性溶媒としての性質が強くなり誘電率も大きくなると考えられる。