

## 解答はすべて別紙の解答用紙に記入しなさい

( 字数制限のある解答については、句読点、アルファベット、数字、小数点、  
指数はすべて1字としなさい。 例 

D	N	A
---	---	---

0	.	1	m	m
---	---	---	---	---

2	<sup>5</sup>
---	--------------

 )

〔 I 〕 次の文章を読んで以下の問に答えなさい。

動物の発生は受精によって始まる。イモリやカエルの未受精卵の細胞質には、タンパク質や脂質を含む 

ア
---

 が植物極側に偏って分布しており、動物極と植物極を結ぶ軸に沿って回転相称である。精子は、動物極側から卵に侵入し、精子からもち込まれた中心体から微小管が伸長する。<sup>1)</sup>このとき、卵の表面に近い部分が、その下の細胞質に対して回転することで、

イ
---

 が観察される。この 

イ
---

 が見られる側が将来のからだの 

ウ
---

 側となり、<sup>2)</sup>背腹軸が決定される。受精卵の卵割が進むと、胚の内部に 

エ
---

 ができ、その後、

エ
---

 が広がって胞胚腔ができる。この時期の胚のことを胞胚と呼ぶ。その後、

イ
---

 のあった場所に<sup>3)</sup>原口ができ、原腸胚となる。原口の動物極側にある 

オ
---

 の細胞群は内部に入り込み、入り込んだ細胞が<sup>4)</sup>中胚葉へと分化する。1929年、フォークトはイモリ胞胚の細胞を毒性の少ない色素で染色し、その細胞の運命を追跡することで<sup>5)</sup>原基分布図を作成した。原基分布図は、正常発生時の胞胚の各部分の運命を示している。それでは、細胞の運命は、いつ、どのようにして決定されるのであろうか。<sup>6)</sup>胚葉の誘導は、未受精卵の細胞質に不均一に存在する因子と細胞間のシグナル伝達によって制御されている。アフリカツメガエルの未受精卵には、VegT と呼ばれる調節タンパク質が植物極側に局在している。VegT は内胚葉誘導に関与する因子や、TGF- $\beta$ シグナルを活性化する 

カ
---

 タンパク質の発現を促進する。VegT mRNA を胞胚期の予定外胚葉領域（アニマルキャップ）に注入すると内胚葉細胞が誘導される。また、VegT の翻訳を阻害すると胚全体が外胚葉へと誘導される。

問 1. 文中の 

ア
---

 ～ 

カ
---

 に入る最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問2. 下線部1)の現象を何と呼ぶか答えなさい。また、回転する方向を図1の(ア)、(イ)から選び、その角度も答えなさい。

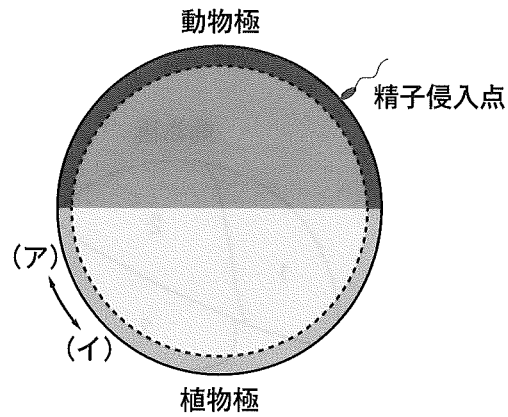


図1. アフリカツメガエルの受精

問3. 下線部2)について、カエルの背腹軸が決まるしくみを以下の語句をすべて用いて、80字以内で説明しなさい。

$\beta$ カテニン, デイシエベルド, 微小管, 精子

問4. 下線部3)について、原口が成体の口になる三胚葉動物を総称して何と呼ぶか答えなさい。また、この動物群に属する動物門を以下の(ア)~(オ)から2つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 海綿動物, (イ) 棘皮動物, (ウ) 脊椎動物, (エ) 線形動物, (オ) 節足動物

問5. 下線部4)について、動物の中で中胚葉をもたない動物門を1つ挙げ、その動物門に属する動物名を以下の(ア)~(オ)から2つ選び、記号で答えなさい。

(ア) タコ, (イ) ナメクジウオ, (ウ) サンゴ, (エ) イソギンチャク, (オ) ウニ

問6. 下線部5) について, 図2はイモリ胞胚の原基分布図である. 1~6は将来どの組織になるか. 以下の(ア)~(キ)から1つずつ選び, 記号で答えなさい.

(ア) 表皮, (イ) 体節, (ウ) 脊索, (エ) 胎盤, (オ) 側板, (カ) 内胚葉, (キ) 神経

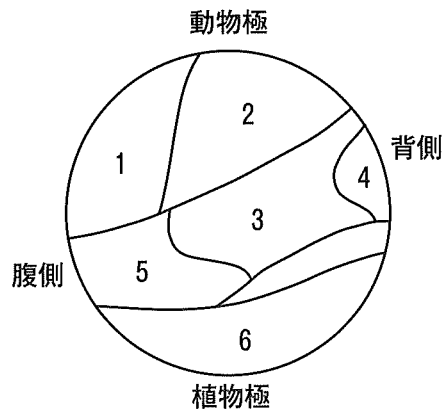


図2. イモリ胞胚の原基分布図

問7. 下線部6) について, イモリ胞胚のアニマルキャップと予定内胚葉領域を切り出して, 分化誘導に関する実験を行った(図3). それぞれの条件でアニマルキャップから誘導される組織A~Cは何か. 最も適切な組織を以下の語句から選び, 解答欄に記入しなさい. また, それぞれの組織が誘導されるしくみをシグナル伝達の観点から説明しなさい.

腸管, 表皮, 神経, 脊索, 羊膜

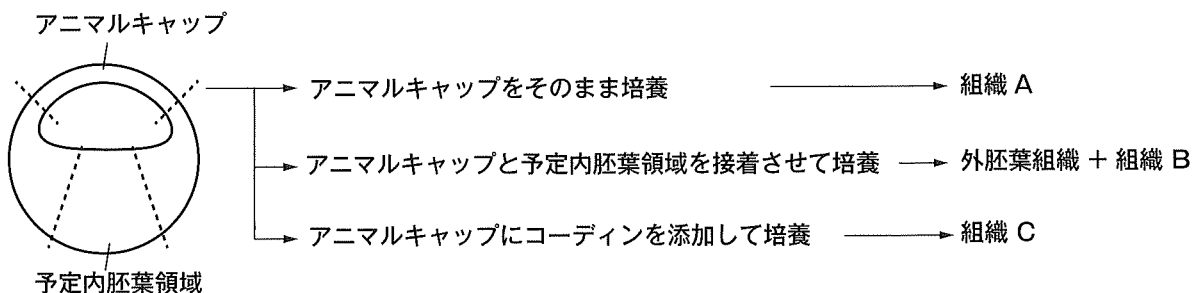


図3. イモリのアニマルキャップ培養実験

〔Ⅱ〕 次の文章を読んで以下の間に答えなさい。

細胞は細胞分裂によって増える。細胞分裂を行う前の細胞を母細胞、分裂によって新たに生じる細胞を娘細胞という。有性生殖を行う生物の細胞分裂は、分裂と減数分裂に大別される。分裂はからだを構成している細胞が増えるときに行われ、減数分裂は生殖のための特別な細胞が作られるときに行われる。分裂では、1)細胞周期に沿って1個の母細胞が染色体を倍に複製し、全く同じ染色体を2個の娘細胞に分配する。これに対し、2)減数分裂では、二倍体の母細胞で染色体が複製された後、連続する2回の分裂(第一分裂と第二分裂)を経て、染色体数が半減した娘細胞が4個生じる。

減数分裂において、核内に分散していた染色体は、細胞周期の間期のS期に複製される。第一分裂の前期では、複製されてできた2本の染色体は接着したまま離れず、それぞれが凝縮してひも状となる。対をなす相同染色体は、平行に並んで接着(対合)し、染色体が形成される。3)対合した染色体の間では、相同染色体が交差し部分的な交換が起こることが多い。第一分裂の中期には、染色体が細胞のに並び、それぞれの染色体のには両極から伸びた紡錘糸が付着し、紡錘体が形成される。第一分裂の後期には、染色体を構成していた相同染色体は、分かれて両極に向かって移動する。第一分裂の終期には、凝縮していた染色体がほどけ、核膜形成と細胞質分裂が起こり、細胞は二分される。第二分裂では、第一分裂で分離した染色体が前期に再び凝縮し、中期には再び細胞のに並ぶ。後期には、染色体は分離して、それぞれが両極へ移動する。こうして、娘細胞1個あたりのDNA量は、G<sub>1</sub>期の母細胞の半分となる。

問1. 文中の～に入る最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問2. 下線部1)の分裂周期における、細胞当たりのDNA量の変化を示すグラフを書きなさい。ただし、母細胞のG<sub>1</sub>期の細胞当たりのDNA量を2(相対値)とする。

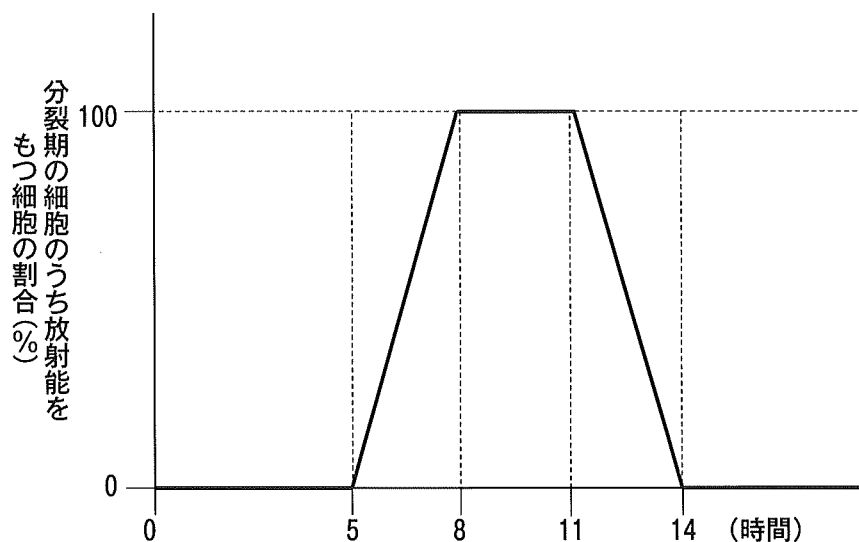
問3. 下線部1)に関連し、微小管の伸長を阻害するコルヒチンで哺乳類細胞を処理した場合、細胞分裂が分裂期中で停止する。その理由を60字以内で述べなさい。

問4. 下線部2)の分裂周期における、細胞当たりのDNA量の変化を示すグラフを書きなさい。ただし、母細胞のG<sub>1</sub>期の細胞当たりのDNA量を2(相対値)とする。

問5. 下線部3)の相同染色体が交差している部分を何と呼ぶか答えなさい。

問6. キイロショウジョウバエの体細胞の染色体数は $2n = 8$ である。このキイロショウジョウバエの雄と雌から生じる子の染色体の組み合わせは何通りあるか、答えなさい。ただし、乗換えはないものとする。

問7. 分裂中の細胞を放射性チミジン（チミン塩基+デオキシリボース）溶液に短時間浸した後、放射性チミジンを含まない培地に移した（その時間を0時間とする）。その後培養を続け、分裂期（M期）の細胞のうち放射能をもつ細胞の割合を以下のグラフに示した。この細胞の細胞周期の長さを18時間とすると、 $G_1$ 期、S期、 $G_2$ 期、および分裂期に要する時間をそれぞれ答えなさい。



〔Ⅲ〕 次の文章を読んで以下の問に答えなさい。

脊椎動物の神経系は脳と脊髄からなる中枢神経系と、からだの各部位と中枢神経系をつなぐ末しょう神経系に分けられる。末しょう神経系は機能的には運動や感覚にかかわる  とからだの恒常性にかかわる  に分けられる。神経細胞（ニューロン）は、3種類に分類される。運動ニューロンは、筋肉などの  に、中枢神経系から情報を伝えて、筋肉の収縮などを制御する。感覚ニューロンは、目や耳などの  からの感覚刺激を中枢神経系に伝える。介在ニューロンは、運動ニューロンと感覚ニューロンの間にあり、情報処理に関与する。脳や脊髄には膨大な数の介在ニューロンが存在し、運動ニューロンと感覚ニューロンの信号を統合し、調整する役割を担っている。

神経系が正常に機能するためには神経軸索が決まった方向に伸長し、正しい標的細胞とシナプスを作る必要がある。1) 感覚ニューロンの細胞体は脊髄では  に存在し、皮膚などの  に軸索を伸ばして結合している。感覚ニューロンの軸索は脊髄の灰白質で介在ニューロンとシナプスを作り、介在ニューロンの軸索は脊髄の白質に出て、感覚刺激の脳への中継所である間脳  に到達する。2) 脳からの介在ニューロンの軸索は脊髄の白質を經由して、脊髄の灰白質で運動ニューロンとシナプスを作り、運動ニューロンの軸索は脊髄の  を通って、筋肉などに投射している。

問1. 文中の  ～  に入る最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問2. 下線部1) について、発生過程において胚内部を遊走し、脊髄の感覚ニューロンや頭部の骨などに分化する細胞の名称を答えなさい。

問3. 下線部2) について、脳の左右から筋肉などに指令を出す神経の束が交差する部位の名称を答えなさい。

問 4. 脊椎動物胚の神経管の断面図を図 1 に示した. 図 1 では神経の細胞体を黒丸で, 軸索とその伸長方向を線と矢印で示した. 図 1 では神経細胞は背側と腹側に 1 個ずつ示してあるが, 実際にはそれぞれ多数の神経細胞が存在する.

軸索の伸長方向を制御する分子をガイド分子と呼ぶ. ガイド分子は神経細胞から離れた組織から分泌され, 周囲に拡散して濃度勾配を形成する. 伸長しつつある神経軸索の先端ではガイド分子の受容体が発現し, ガイド分子が結合すると, その濃度勾配に対して神経軸索に誘因または反発性の応答を引き起こす.

神経軸索伸長のしくみを調べるために以下の〈実験 1〉と〈実験 2〉を行った. (1)~(4)の間に答えなさい.

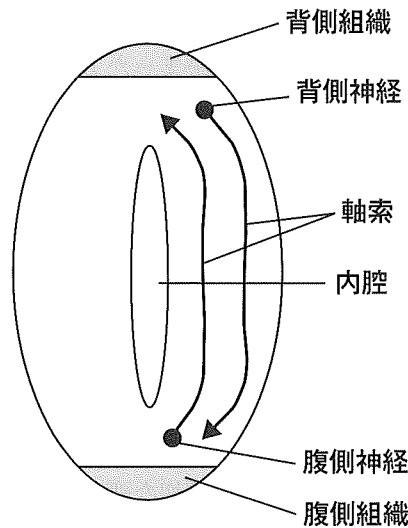


図 1

〈実験 1〉ガイド分子 A はその受容体 X を発現する神経軸索に対して反発性の応答を誘導する. これらのガイド分子あるいは受容体の遺伝子を欠損した変異体を作製した. 神経管の中で軸索が背側方向 (腹側神経) あるいは腹側方向 (背側神経) へ正しく伸長する割合を, 野生型と変異体で調べたところ, 図 2 のような結果になった.

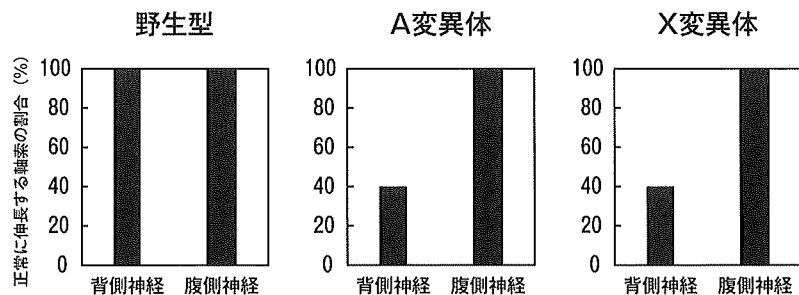


図 2

〈実験2〉腹側組織で発現するガイド分子Bには受容体Yと受容体Zが存在する。これらのガイド分子あるいは受容体の遺伝子を欠損した変異体を作製した。神経管の中で軸索が背側方向（腹側神経）あるいは腹側方向（背側神経）へ正しく伸長する割合を、野生型と変異体で調べたところ、図3のような結果になった。

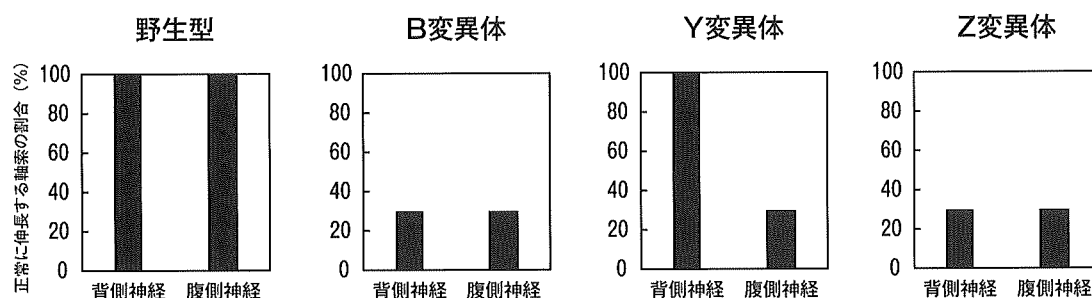


図3

- (1) 〈実験1〉において、ガイド分子Aの発現部位は背側組織、腹側組織、背側神経軸索、腹側神経軸索のうちのどれか。解答欄の該当する語句をすべて丸で囲みなさい。
- (2) 〈実験1〉において、受容体Xの発現部位は背側組織、腹側組織、背側神経軸索、腹側神経軸索のうちのどれか。解答欄の該当する語句をすべて丸で囲みなさい。
- (3) 〈実験2〉において、受容体Yおよび受容体Zの発現部位は背側組織、腹側組織、背側神経軸索、腹側神経軸索のうちのどれか。解答欄の該当する語句をすべて丸で囲みなさい。
- (4) 〈実験2〉において、ガイド分子B、受容体Y、受容体Zによる軸索のガイド機構に関して分かることを、背側神経軸索と腹側神経軸索それぞれについて40字以内で述べなさい。