

問1 発生過程における調節タンパク質の機能解析において、あるタンパク質が特定の形態形成に十分な役割を果たすことを証明するための実験手法として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 対象のタンパク質が本来発現しない部位で強制的に発現させ、形態の変化を観察する
2. 対象のタンパク質をコードする遺伝子を破壊し、形態形成が完全に停止することを確認する
3. 対象のタンパク質を細胞外から大量に投与し、細胞内のシグナル伝達経路を遮断する
4. 対象のタンパク質と結合する他のタンパク質をすべて除去し、発現量を測定する

問2 ヒトの器官形成に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 心臓は器官形成の初期段階から形成が始まり、出生後も機能し続ける。
2. 精巣の形成は受精後1週目から始まり、出生直後に完成する。
3. すべての器官は受精後38週の時点で同時に形成が完了する。
4. 中枢神経系は他の器官よりも遅れて形成が開始される器官である。

問3 始原生殖細胞が体細胞分裂を行っているとき、その分裂中期におけるDNA量に関する記述として最も適切なものはどれか。

（2006年 全国公立入試 類似）

1. 体細胞の分裂中期におけるDNA量と同等である
2. 減数第一分裂中期の一次精母細胞のDNA量の半分である
3. 減数第二分裂中期の二次精母細胞のDNA量の2倍である
4. 精子に含まれるDNA量の2倍である

問4 無性生殖に関する記述として最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 親の体細胞分裂によって生じた個体は、親と遺伝的に同一である。
2. 配偶子の合体を伴うため、親と異なる遺伝子構成を持つ個体が生じる。
3. 多細胞生物では体細胞分裂による増殖は起こらず、必ず有性生殖を行う。
4. 無性生殖によって生じた個体群は、環境変化に対して高い適応能力を持つ。

問5 脊索や神経管の移植実験の結果から導き出される、皮筋節の分化メカニズムに関する考察として最も適切なものはどれか。

（2024年 全国公立入試 類似）

1. 脊索を移植すると、移植部位の周囲においてのみ限定的に皮筋節への分化が誘導される。
2. 神経管断片を移植すると、体節の分化能が消失し、皮筋節以外の組織への分化が完全に停止する。
3. 脊索と神経管は同一の誘導因子を放出しており、どちらを移植しても体節全体が均一に皮筋節へと分化する。
4. 体節の細胞は、移植された脊索や神経管の細胞と融合することで初めて皮筋節へと分化する。

問6 脊椎動物の発生過程において、わき腹の領域で肢芽形成が起こらない理由として、予定体節細胞が果たす役割に関する記述として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 予定体節細胞は、その領域における肢芽形成を抑制するシグナルを発している。
2. 予定体節細胞は、肢芽形成に必要なタンパク質Wを過剰に発現させている。
3. 予定体節細胞が盛んに細胞分裂を行うことで、肢芽形成のための空間を物理的に排除している。
4. 予定体節細胞は、肢芽形成を促進する細胞の移動を阻害する物理的な障壁として機能している。

問7 発生の過程でタンパク質Xの分布領域が消失した場合、脊椎動物の胚においてどのような眼の形成異常が起こると予想されるか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 眼の領域が融合し、中央に一つだけ眼が形成される
2. 眼の領域が過剰に分断され、四つ以上の眼が形成される
3. 眼の形成が完全に阻害され、眼が全く形成されない
4. 眼の形成位置が頭部から体幹部へと大きく移動する

問8 動物の発生過程において、受精卵が受精後に繰り返す細胞分裂の過程であり、細胞数を増やすことで多細胞化して胚を形成する現象を何と呼ぶか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 卵割
2. 接合
3. 減数分裂
4. 体細胞分裂

問9 カエルの卵割に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 卵割が進むにつれて、各割球の細胞周期は短縮していく。
2. 胞胚期までは、胚を構成する各割球はほぼ同時に分裂する。
3. 卵割期には、細胞の成長を伴うため胚全体の体積は著しく増大する。
4. 卵割の同調性が失われるのは、受精卵が桑実胚に達する前である。

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 対象のタンパク質が本来発現しない部位で強制的に発現させ、形態の変化を観察する	調節タンパク質の機能解析において、そのタンパク質が特定の形態形成を誘導する能力（十分性）があるかを検証するには、本来そのタンパク質が発現していない部位で強制発現させる手法が有効である。もしその部位で期待される形態が形成されれば、そのタンパク質が形態形成のマスター制御因子として機能していることが証明される。
問2	答え 1 心臓は器官形成の初期段階から形成が始まり、出生後も機能し続ける。	器官形成期は受精後から出生までの期間にわたって進行するが、各器官には固有の形成開始時期がある。心臓は循環器系の中枢として、発生の極めて早い段階から形成が始まり、胎児期から出生後まで一貫して拍動を続ける。一方、精巣などの生殖器の形成や成熟は、より後の段階で進行する。また、中枢神経系は発生の初期から形成が始まる重要な器官である。
問3	答え 1 体細胞の分裂中期におけるDNA量と同等である	始原生殖細胞は、発生過程において体細胞分裂を繰り返して数を増やす細胞である。体細胞分裂の分裂中期では、S期に複製されたDNAが凝縮して染色体となっており、そのDNA量はG1期の細胞と比較して2倍の状態にある。この状態は体細胞の分裂中期と全く同様である。一方、減数分裂を行う一次精母細胞や、減数分裂後の細胞である精子や極体は、DNAの複製や分配の過程が異なるため、これらとはDNA量が一致しない。
問4	答え 1 親の体細胞分裂によって生じた個体は、親と遺伝的に同一である。	無性生殖は配偶子の合体を伴わず、親の体細胞分裂によって新しい個体をつくる生殖方法です。この過程では減数分裂や受精が行われなため、生じた子や個体群は親と遺伝的に同一になります。一方、有性生殖では配偶子の合体により遺伝的多様性が生じます。多細胞生物においても、出芽や栄養生殖のように体細胞分裂を利用した無性生殖を行う例は多く存在します。
問5	答え 1 脊索を移植すると、移植部位の周囲においてのみ限定的に皮筋節への分化が誘導される。	実験結果によれば、脊索を移植した場合は背側の体節が皮筋節に分化するが、神経管断片を移植した場合は体節のほぼ全体が皮筋節に分化する。この違いは、各組織から放出される誘導シグナルの濃度や範囲、あるいは因子の種類が異なることを示唆している。移植部位の周囲で分化が誘導されるという事実は、誘導因子が拡散し、特定の濃度勾配や範囲で作用することを示している。
問6	答え 1 予定体節細胞は、その領域における肢芽形成を抑制するシグナルを発している。	脊椎動物の発生において、わき腹の領域では予定体節細胞が肢芽形成を抑制する働きを持っています。実験的にこの領域の予定体節細胞を死滅させたり除去したりすると、抑制が解除され、本来肢芽が形成されないはずの場所に肢芽が形成されるようになります。このことは、予定体節細胞が能動的に肢芽形成を抑制する因子を制御していることを示唆しています。
問7	答え 1 眼の領域が融合し、中央に一つだけ眼が形成される	タンパク質Xは眼の領域を左右に分ける境界としての役割を担っています。このタンパク質が正中線付近に存在することで、眼の領域が左右に分離されます。したがって、このタンパク質の分布領域が消失すると、本来分断されるべき領域が融合してしまい、結果として中央に単一の眼を持つ個体が形成されることになります。これは発生学における位置情報の重要性を示す典型的な例です。
問8	答え 1 卵割	受精卵が胚へと成長する初期段階で繰り返される細胞分裂は卵割と呼ばれます。一般的な体細胞分裂とは異なり、卵割では分裂の間に細胞の成長期（G1期など）がほとんど存在しないため、細胞の総体積は変わらずに細胞数だけが増加していくのが特徴です。接合は配偶子同士が融合する過程を指すため、この文脈では不適切です。
問9	答え 2 胞胚期までは、胚を構成する各割球はほぼ同時に分裂する。	カエルの卵割は、初期には胚全体で同調して進行する。この時期の細胞周期は非常に短く、細胞の成長（G1期やG2期）をほとんど伴わずに分裂を繰り返すため、胚全体の体積は受精卵とほぼ変わらない。胞胚期を過ぎると同調性は失われ、各細胞の分裂周期は長くなる。

問1 眼杯と予定水晶体領域の相互作用に関する実験において、野生型の眼杯と突然変異体の予定水晶体領域を組み合わせた際に水晶体が形成されなかった。この結果から導き出される結論として最も適切なものはどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 突然変異体の予定水晶体領域は、眼杯からの分化誘導信号に反応する能力を欠いている。
2. 突然変異体の予定水晶体領域は、眼杯に対して分化を抑制する物質を分泌している。
3. 野生型の眼杯は、突然変異体の組織に対してのみ分化誘導を行う能力を失う。
4. 水晶体の分化には、眼杯からの誘導物質は関与せず、予定水晶体領域の自律的な分化のみが必要である。

問2 発生過程において、タンパク質Xが特定の割球で分化能Mを発現させるために必須であるとき、タンパク質Xを欠損させた突然変異体xで観察される現象として最も適切なものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 分化能Mを持つ割球が消失する
2. 分化能Mを持つ割球の範囲が拡大する
3. タンパク質Yの局在が消失する
4. 割球の体細胞分裂が完全に停止する

問3 タンパク質Xが分化能Mの発現を誘導し、タンパク質Yがその働きを抑制する関係にある場合、タンパク質Yを欠損させた突然変異体yで観察される現象として最も適切なものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 分化能Mを持つ割球が消失する
2. 分化能Mを持つ割球の範囲が拡大する
3. タンパク質Xの合成が完全に停止する
4. 割球の分化能がすべて失われる

問4 野生型の4細胞期胚において、分化能Mを持つ割球が形成されるために必要な条件として最も適切なものはどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. タンパク質Xのみがその割球に存在すること
2. タンパク質Yのみがその割球に存在すること
3. タンパク質Xとタンパク質Yの両方がその割球に共存すること
4. タンパク質Xがタンパク質Yを分解し、その割球から排除すること

問5 卵母細胞の成熟に関する実験において、メチルアデニンの作用機序を調べるために行われる観察事象として誤っているものはどれか。 (2009年 全国公立入試 類似)

1. メチルアデニンを細胞質に直接注入しても、卵成熟は起こらない。
2. メチルアデニンを作用させた卵の細胞質を、別の未処理の卵に注入すると成熟が起こる。
3. メチルアデニンは細胞表面の受容体を介して、細胞質内の因子を活性化させる。
4. 細胞質内のメチルアデニン濃度を直接高めることで、細胞表面を介さずに卵成熟が誘導される。

問6 植物の茎頂分裂組織に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 茎頂分裂組織は、植物の成長点として機能し、そこから葉などの器官が分化・形成される。
2. 茎頂分裂組織は、成熟した葉の細胞が再分化して形成される組織であり、光合成を主に進行。
3. 茎頂分裂組織は、根の先端部のみが存在し、茎の伸長には関与しない。
4. 茎頂分裂組織は、維管束の形成のみを担う組織であり、葉の原基を形成することはない。

問7 脊椎動物の胚発生における外胚葉の分化制御について、タンパク質Cとタンパク質Dの働きに関する記述として最も適切なものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. タンパク質Cは外胚葉の表皮への分化を促進し、タンパク質Dはタンパク質Cの働きを阻害することで神経分化を可能にする。
2. タンパク質Cは神経組織への分化を直接促進し、タンパク質Dはタンパク質Cの作用を増強することで神経分化を誘導する。
3. タンパク質Dは外胚葉の表皮への分化を促進し、タンパク質Cはタンパク質Dの働きを阻害することで神経分化を可能にする。
4. タンパク質Cとタンパク質Dはともに外胚葉の神経組織への分化を抑制し、両者が存在しない場合にのみ表皮へ分化する。

問8 無性生殖が有性生殖と比較して、生物の生存戦略上どのような特徴を持つかについて述べた文として最も適切なものはどれか。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. 配偶子を探す必要がなく、短期間で効率的に個体数を増やすことができる。
2. 減数分裂を伴うため、環境変化に対して有利な変異を迅速に獲得できる。
3. 遺伝子の組み換えが頻繁に起こるため、集団内の遺伝的多様性が高まる。
4. 親と異なる遺伝子型を持つ個体が生じることで、病原体への抵抗性が向上する。

問9 ヒトの個体発生において、受精後から出生までの期間に基本的な形態が形成されるものの、生殖機能として成熟するのは思春期以降である器官はどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 精巣
2. すい臓
3. 腎臓
4. 大脳

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 1 突然変異体の予定水晶体領域は、眼杯からの分化誘導信号にตอบสนองする能力を欠いている。	水晶体の分化には、眼杯からの誘導物質の放出と、予定水晶体領域側がその信号を受容・応答する能力の両方が必要である。実験において、正常な誘導源である野生型の眼杯を用いても水晶体が形成されない場合、その原因は予定水晶体領域側が誘導信号にตอบสนองする能力（受容能）を欠損していることにあると判断できる。
問2	答え 1 分化能Mを持つ割球が消失する	タンパク質Xが分化能Mの発現に必須である場合、その機能を失った突然変異体xでは、本来タンパク質Xによって誘導されるはずの分化能Mが発現しなくなります。したがって、分化能Mを持つ割球が消失するという結果が得られます。一方、分化能Mの範囲が拡大する現象は、通常、抑制因子の欠損によって生じます。
問3	答え 2 分化能Mを持つ割球の範囲が拡大する	タンパク質Yがタンパク質Xの働きを抑制する役割を持つ場合、タンパク質Yが欠損すると、タンパク質Xによる分化能Mの誘導に対する抑制が解除されます。その結果、本来タンパク質Xが作用する領域を超えて、分化能Mを持つ割球の範囲が拡大することになります。
問4	答え 3 タンパク質Xとタンパク質Yの両方がその割球に共存すること	発生過程において、特定の分化能を持つ細胞の運命決定には、細胞内のタンパク質の局在が重要な役割を果たす。本事例では、タンパク質Xとタンパク質Yが重なって存在する領域と、分化能Mを持つ割球の分布が一致している。突然変異体を用いた解析により、いずれか一方のタンパク質が欠損すると分化能を持つ割球が形成されないことから、両者の共存が分化能の獲得に必須であると結論付けられる。
問5	答え 4 細胞質内のメチルアデニン濃度を直接高めることで、細胞表面を介さずに卵成熟が誘導される。	メチルアデニンの作用は細胞表面を介したシグナル伝達に依存している。細胞質内に直接メチルアデニンを注入しても成熟が起こらないという事実は、本物質が細胞内へ取り込まれて作用するのではなく、細胞膜上の受容体などを介して細胞内のシグナル伝達系を起動させることを示唆している。したがって、細胞質内の濃度を直接高めても成熟は誘導されない。
問6	答え 1 茎頂分裂組織は、植物の成長点として機能し、そこから葉などの器官が分化・形成される。	茎頂分裂組織は植物の茎の先端付近に位置する未分化な細胞群であり、細胞分裂を繰り返すことで茎を伸長させるとともに、葉や側芽などの器官の原基を形成する役割を担う。この分裂組織から生じた細胞は、特定の機能を持つ組織へと分化していく。根の先端にあるのは根端分裂組織であり、茎頂分裂組織とは区別される。
問7	答え 1 タンパク質Cは外胚葉の表皮への分化を促進し、タンパク質Dはタンパク質Cの働きを阻害することで神経分化を可能にする。	予定外胚葉を単独で培養すると表皮になることから、外胚葉は初期状態で表皮へ分化する性質を持つ。タンパク質Cの発現を阻害すると神経組織になることは、Cが表皮分化を促進していることを示す。また、CとDを同時に加えると表皮になることから、DはCの働きを阻害する因子であると結論づけられる。このメカニズムは、BMPなどのシグナル分子が表皮分化を誘導し、その阻害因子が神経分化を導くという脊椎動物の神経誘導の基本原則と一致する。
問8	答え 1 配偶子を探す必要がなく、短期間で効率的に個体数を増やすことができる。	無性生殖は、配偶子を形成したり、相手を探して交配したりするコストがかからないため、環境が安定している条件下では短期間で効率的に個体数を増やすことができます。しかし、遺伝的な多様性が生じにくいという点、環境が急激に変化した場合や新しい病原体が出現した場合には、集団全体が全滅するリスクを伴うという側面もあります。
問9	答え 1 精巣	ヒトの発生過程において、精巣は胎児期の比較的初期に基本的な解剖学的構造が形成されます。しかし、精子形成や男性ホルモンの分泌といった生殖機能が本格的に成熟するのは、出生後から長い期間を経て、第二次性徴が現れる思春期以降となります。他の選択肢であるすい臓や腎臓、大脳などは、出生時にはすでに機能的な成熟が進んでおり、思春期を待たずに生命維持や代謝の主要な役割を担っています。

問1 ある調節タンパク質が翼の形成を誘導する因子であるという仮説を検証するため、後方の肢芽形成部位において当該タンパク質を強制的に発現させる実験を行った。この実験の結果として、仮説が支持される現象はどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 本来は脚が形成されるはずの部位で、翼の構造が形成される
2. 本来は翼が形成されるはずの部位で、脚の構造が形成される
3. 後方の肢芽形成部位において、翼と脚の両方の形成が抑制される
4. 後方の肢芽形成部位において、細胞の増殖が完全に停止する

問2 両生類の発生における誘導現象の意義として、最も適切な説明はどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 細胞間の相互作用により、胚の各部位が適切な時期に適切な組織へと分化する。
2. 細胞が独立して分化することで、環境の変化に対して柔軟に反応する。
3. 細胞分裂の速度を一定に保つことで、胚全体の大きさを制御する。
4. 細胞内の遺伝子をすべて均一に発現させることで、各部位の機能を統一する。

問3 哺乳類の卵形成において、一次卵母細胞が減数分裂を経て最終的に生じる細胞の組み合わせとして最も適切なものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 一つの卵と三つの極体
2. 四つの同大の卵細胞
3. 二つの卵と二つの極体
4. 一つの卵と一つの極体

問4 ショウジョウバエの発生において、未受精卵の前端にタンパク質Bが蓄積しない変異体Xの表現型として、最も適切な説明はどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 前端が尾部へと変化し、頭部が形成されない
2. 前端が頭部へと変化し、尾部が形成されない
3. 前端と後端の両方が頭部へと変化する
4. 前端と後端の両方が欠損し、致死となる

問5 カエルの発生過程における後期神経胚の構造に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. 中胚葉由来の脊索や体節が分化し、内胚葉由来の腸管が形成されている。
2. 胚の表面に原口が残り、卵黄栓が完全に消失して神経管が閉じている。
3. 胞胚腔が最大に発達し、将来の体腔となる空間が形成されている。
4. 卵割腔が消失し、神経溝が形成されることで神経管が完成している。

問6 神経管の発生に関する記述として、誤っているものはどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 神経管は外胚葉から形成される。
2. 神経管は将来、脳や脊髄へと分化する。
3. 網膜は神経管の一部が突出した眼胞から形成される。
4. 水晶体は神経管の陥入によって形成される。

問7 ヒトの発生において、着床前後の胚の状態に関する説明として誤っているものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 着床時に受精卵は元の数倍の体積に急激に膨張する。
2. 卵割によって細胞数は増えるが、胚全体の体積は大きく変化しない。
3. 着床後、胚の一部は胎盤の形成に関与する。
4. 着床は母体の子宮内膜に対して行われる。

問8 被子植物の受精過程における花粉管の伸長と切断のタイミングについて、適切な説明はどれか。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 花粉管の伸長速度は環境条件に関わらず常に一定である。
2. 花粉管の伸長速度が一定であると仮定すれば、到達までの時間を予測して切断時期を決定できる。
3. 花粉管の切断は、精細胞が胚珠に到達する前に行うことで受精を促進できる。
4. 花粉管の伸長は、柱頭から胚珠へ向かう過程で速度が指数関数的に増加する。

問9 ウニの発生における卵割期の特徴に関する記述として、誤っているものはどれか。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. 卵割期には、細胞の成長を伴わない分裂が繰り返される。
2. ウニの卵は等黄卵であり、卵割によって生じる割球の大きさはほぼ均等である。
3. 受精卵は卵割を繰り返して桑実胚となり、さらに胞胚へと発達する。
4. 卵割期を通じて、胚全体の体積は分裂回数に応じて指数関数的に増加する。

問10 脊椎動物の眼の発生過程において、眼杯が予定水晶体領域に対して水晶体への分化を促す現象を何と呼ぶか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 誘導
2. 受精
3. 減数分裂
4. 光合成

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 1 本来は脚が形成されるはずの部位で、翼の構造が形成される	特定の調節タンパク質が形態形成の決定因子である場合、そのタンパク質を本来の場所以外で強制的に働かせると、異所的な形態形成が誘導される。本件では、翼形成を誘導するタンパク質を脚の形成部位で強制発現させることで、本来脚になるはずの部位に翼が形成されるかを確認することが、その機能の証明となる。
問2	答え 1 細胞間の相互作用により、胚の各部位が適切な時期に適切な組織へと分化する。	誘導は、細胞同士がシグナル分子を介して相互に働きかけることで、胚全体として秩序ある形態形成を行うための重要な仕組みである。これにより、単なる細胞の増殖だけでなく、位置情報に基づいた適切な組織分化が実現される。各細胞が独立して分化するわけではない。
問3	答え 1 一つの卵と三つの極体	一次卵母細胞は減数分裂の過程で細胞質分裂が不均等に起こるため、細胞質を多く含む大きな卵細胞と、細胞質がほとんどない小さな極体が形成されます。第一分裂で生じた第一極体もさらに分裂することがあるため、最終的には一つの卵と三つの極体が生じます。この過程により、卵は発生に必要な栄養分や細胞質を効率的に蓄積することができます。
問4	答え 1 前端が尾部へと変化し、頭部が形成されない	ショウジョウバエの初期発生では、母性効果遺伝子によって卵内にタンパク質の濃度勾配が形成され、体軸が決定される。タンパク質Bは前端に蓄積して頭部の形成を誘導する役割を持つ。このタンパク質が欠損すると、本来頭部となるべき前端が尾部としての性質を持つようになり、結果として頭部が形成されず致死に至る。
問5	答え 1 中胚葉由来の脊索や体節が分化し、内胚葉由来の腸管が形成されている。	後期神経胚は、原腸胚期を経て形成される段階であり、中胚葉が脊索や体節へと分化し、内胚葉が腸管を形成する重要な時期である。神経管は神経板が陥入して形成されるが、この時期にはまだ神経管の閉鎖が進行中である場合も多い。胞胚腔や卵割腔は発生の初期段階で消失または縮小しており、後期神経胚の主要な特徴ではない。
問6	答え 4 水晶体は神経管の陥入によって形成される。	神経管は外胚葉から誘導される管状の構造であり、脳や脊髄の原基となる。網膜は神経管から生じる眼胞に由来するが、水晶体は神経管ではなく、頭部の表皮が陥入して形成される水晶体ブラコードに由来する。したがって、水晶体が神経管の陥入によって形成されるという記述は誤りである。
問7	答え 1 着床時に受精卵は元の数倍の体積に急激に膨張する。	受精卵は卵割を繰り返して細胞数を増やしますが、着床までの間、胚全体としての体積は受精卵の時とほとんど変わりません。したがって、着床時に受精卵が数倍の体積になるという記述は誤りです。着床は胚が母体の子宮内膜に定着する重要なステップであり、その後、胎盤が形成されることで本格的な胎児の成長が始まります。
問8	答え 2 花粉管の伸長速度が一定であると仮定すれば、到達までの時間を予測して切断時期を決定できる。	花粉管は柱頭から胚珠へ向かって伸長し、精細胞を胚嚢へ運ぶ役割を果たす。実験的に花粉管の伸長を制御する場合、その伸長速度を一定と仮定することで、胚珠への到達時間を計算し、特定のタイミングで切断等の操作を行うことが可能となる。他の選択肢は生物学的な伸長特性や実験操作の目的として不適切である。
問9	答え 4 卵割期を通じて、胚全体の体積は分裂回数に応じて指数関数的に増加する。	卵割期の特徴として、細胞分裂の間細胞の成長（G1期やG2期）がほとんど行われないことが挙げられる。そのため、胚全体の体積は受精卵のときとほとんど変わらず、細胞数が増えるにつれて個々の割球は小さくなる。したがって、胚全体の体積が分裂とともに増加するという記述は誤りである。
問10	答え 1 誘導	発生において、ある細胞群や組織が隣接する細胞群に働きかけ、特定の方向へ分化させる現象を誘導と呼ぶ。眼の形成では、間脳から突出した眼胞が表面の表皮に接触して眼杯となり、その誘導物質によって表皮が水晶体へと分化する。これは発生生物学における典型的な細胞間相互作用の例である。

問1 ES細胞から分化した網膜組織が、眼杯の形成過程において果たす役割として最も適切なものはどれか。(2017年 全国公立入試 類似)

1. 網膜組織が自律的にくぼむことで眼杯の構造形成を誘導する
2. 水晶体から分泌される因子が網膜の分化を直接的に制御する
3. ES細胞が神経管へと分化する前に眼杯の形成が完了する
4. 網膜組織は眼杯の形成には関与せず、水晶体の分化のみを誘導する

問2 卵成熟の誘導に関する実験において、物質Xを卵母細胞に直接添加しても卵成熟が起こらない理由として最も適切なものはどれか。(2009年 全国公立入試 類似)

1. 物質Xは分子量が非常に大きく、卵母細胞の細胞膜を通過できないためである。
2. 卵母細胞には物質Xに対する受容体が存在せず、付属細胞を介したメチルアデニンの作用が必要だからである。
3. 物質Xはメチルアデニンによって分解されるため、単独では卵母細胞に作用できないからである。
4. 卵母細胞内ではメチルアデニンが常に過剰に存在しており、物質Xの作用を阻害しているからである。

問3 被子植物の有性生殖における花粉の形成過程に関する記述として、最も適切なものはどれか。(2014年 全国公立入試 類似)

1. 花粉四分子の各細胞は、細胞分裂を経て花粉管細胞と雄原細胞に分化する。
2. 花粉四分子は、体細胞分裂によって形成されるため、親細胞と遺伝的に同一である。
3. 雄原細胞は、減数分裂を繰り返すことで精細胞へと分化する。
4. 花粉管細胞は、受精後に胚乳を形成するための核を供給する役割を持つ。

問4 ある生物の肝臓細胞の核1個当たりのDNA量が6.6であるとき、減数分裂を経て形成された精子の核1個当たりのDNA量として最も妥当な数値はどれか。(2009年 全国公立入試 類似)

1. 1.65
2. 3.3
3. 6.6
4. 13.2

問5 ウニの受精膜形成に関する記述として、最も適切なものはどれか。(2013年 全国公立入試 類似)

1. 精子を加えてから0秒で受精膜が形成される
2. 卵内カルシウム濃度の上昇は受精膜形成とは無関係である
3. 精子を加えてから約90秒後には、すべての卵で受精膜の形成が完了する
4. 受精膜の形成にはカルシウム濃度が上昇し続ける必要がある

問6 植物の茎頂分裂組織が葉の形態形成に果たす役割として、実験結果から導かれる最も適切な記述はどれか。(2021年 全国公立入試 類似)

1. 茎頂分裂組織は、葉の扁平化を促進するシグナルを供給し、葉の向きを決定する作用を持つ。
2. 茎頂分裂組織は、葉の原基が形成された後に、その葉自体が次の葉の扁平化を制御するよう誘導する。
3. 茎頂分裂組織と葉の連絡を遮断しても、葉の扁平化は正常に進行し、形態形成に影響は現れない。
4. 茎頂分裂組織を分割すると、それぞれの小領域は葉を形成する能力を失い、形態形成が停止する。

問7 被子植物の有性生殖において、おしべのやくの中で減数分裂が行われた後に形成される花粉四分子の各細胞が、細胞分裂を経て分化する2種類の細胞の組み合わせとして最も適切なものはどれか。(2014年 全国公立入試 類似)

1. 花粉管細胞と雄原細胞
2. 精細胞と卵細胞
3. 助細胞と反足細胞
4. 胚乳細胞と受精卵

問8 多細胞生物の特性に関する記述として、最も適切なものを選び。(2013年 全国公立入試 類似)

1. 多細胞生物はすべての細胞が常に分裂能力を維持している。
2. 多細胞生物は有性生殖のみを行い、無性生殖を行うものは存在しない。
3. 多細胞生物の体は、特定の機能を持つ組織や器官が分化して構成されている。
4. 多細胞生物を構成する細胞は、すべて核を持ち、代謝活動を行っている。

問9 タンパク質Bの翻訳阻害能を調べる実験において、1から202番目の領域を持つポリペプチドを注入したところ翻訳阻害が確認された。一方、77から202番目の領域のみを持つポリペプチドを注入した場合には翻訳阻害が起こらなかった。この結果から導かれる結論として最も適切なものはどれか。(2026年 全国公立入試 類似)

1. 翻訳阻害には1から76番目のアミノ酸領域が必須である
2. 翻訳阻害には77から202番目のアミノ酸領域が必須である
3. 翻訳阻害には203から489番目のアミノ酸領域が必須である
4. 翻訳阻害にはタンパク質Bの全領域が必要である

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 網膜組織が自律的にくぼむことで眼杯の構造形成を誘導する	ES細胞を用いた発生生物学の研究において、網膜組織は単なる受動的な構造物ではなく、自律的にくぼむことで眼杯という複雑な器官形成を誘導する中心的な役割を担うことが示されている。この眼杯の形成は、その後の水晶体分化などの発生プロセスを進行させるための前提条件であり、細胞間の相互作用と組織の自律的な形態形成が器官形成に不可欠であることを示している。
問2	答え 2 卵母細胞には物質Xに対する受容体が存在せず、付属細胞を介したメチルアデニンの作用が必要だからである。	本現象において、物質Xは直接卵母細胞に作用するのではなく、付属細胞を介した間接的なシグナル伝達を必要とする。付属細胞が物質Xを受容してメチルアデニンを産生し、そのメチルアデニンが卵母細胞の受容体に結合することで初めて成熟が誘導される。したがって、付属細胞を欠く環境や、付属細胞を介さない直接添加では、シグナルが卵母細胞に伝わらず、減数分裂の再開は起こらない。
問3	答え 1 花粉四分子の各細胞は、細胞分裂を経て花粉管細胞と雄原細胞に分化する。	被子植物のやく内部では、小孢子母細胞が減数分裂を行い、花粉四分子を形成する。この四分子の各細胞がさらに細胞分裂を行うことで、花粉管細胞と雄原細胞へと分化し、成熟した花粉となる。選択肢にある体細胞分裂や、雄原細胞が減数分裂を行うという記述は誤りであり、被子植物の生殖発生の基本プロセスを理解することが重要である。
問4	答え 2 3.3	体細胞である肝臓の細胞は、減数分裂を行わないため2nのDNA量を持つ。一方、精子は減数分裂を経て形成されるため、そのDNA量は体細胞の半分 (n) になる。したがって、肝臓細胞のDNA量が6.6であれば、精子のDNA量はその半分の値である3.3となる。
問5	答え 3 精子を加えてから約90秒後には、すべての卵で受精膜の形成が完了する	受精膜の形成は、カルシウムイオンが細胞質内に放出されることで誘発される皮層反応の結果です。精子を加えてからカルシウム濃度が上昇し、その後ベースラインに戻るまでの過程で受精膜が形成されます。このプロセスは約90秒で完了するため、それ以降は受精膜が完全に形成された状態となります。カルシウム濃度は上昇し続けるのではなく、反応後に低下することが正常な発生過程です。
問6	答え 1 茎頂分裂組織は、葉の扁平化を促進するシグナルを供給し、葉の向きを決定する作用を持つ。	茎頂分裂組織と葉の間の連絡を遮断する実験では、正常な扁平な葉が形成されなくなることから、茎頂分裂組織が葉の扁平化に不可欠なシグナルを供給していることが示唆されます。また、茎頂分裂組織を分割しても各領域から扁平な葉が形成されることは、茎頂分裂組織が葉の向きを決定する空間的な情報を保持していることを意味します。これらの結果は、茎頂分裂組織が葉の形態形成を制御する中心的な役割を担っていることを裏付けています。
問7	答え 1 花粉管細胞と雄原細胞	被子植物の雄性配偶体形成過程では、減数分裂によって生じた花粉四分子の各細胞が、その後さらに細胞分裂を行う。この分裂によって、花粉管を伸長させる役割を担う花粉管細胞と、後に精細胞へと分化する雄原細胞の2つに分化する。この過程は被子植物の生殖における発生の初期段階であり、雄性配偶子の形成に不可欠なプロセスである。
問8	答え 3 多細胞生物の体は、特定の機能を持つ組織や器官が分化して構成されている。	多細胞生物は、単なる細胞の集合体ではなく、細胞が分化して組織や器官を形成し、個体として統合された機能を持つ。無性生殖を行う多細胞生物（植物の栄養生殖など）は存在するため、有性生殖のみを行うという記述は誤りである。また、ヒトの赤血球のように成熟過程で核を失う細胞や、植物の道管のように死んだ細胞が組織の一部として機能する場合もある。
問9	答え 1 翻訳阻害には1から76番目のアミノ酸領域が必須である	比較実験において、特定の領域を欠損させた際に機能が消失する場合、その領域が機能発現に必須であると判断できる。本実験では、1から202番目の領域があれば翻訳阻害が起こるが、そこから1から76番目を除いた77から202番目では阻害が起こらないため、翻訳阻害能の決定的な部位は1から76番目の領域にあると結論づけられる。

問1 原腸胚期における外胚葉の形態変化について、遺伝子Aの機能が失われた場合に観察される事象として最も適切なものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 外胚葉の表面積が過剰に拡大し、D層が多層化する。 2. S層の細胞が収縮し、D層がS層から遠ざかるように移動する。 3. 外胚葉の表面積の拡大が抑制され、D層の単層化が起こらない。 4. S層の細胞が肥大化し、D層の細胞移動が加速する。

問2 ヌマムラサキツユクサのつぼみの葉から取り出した細胞を酢酸オルセイン溶液で染色し、顕微鏡で観察した際に確認できる減数分裂の第一分裂前期の特徴として最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 相同染色体が対合し、二価染色体が形成されている 2. 凝縮した染色体が細胞の中央に一列に並んでいる 3. 核膜と核小体が再形成され、花粉管核が観察される 4. 雄原細胞が分裂して2個の精細胞が形成されている

問3 ウニの発生において、筋肉や骨片を作る中胚葉の形成に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 中割球と大割球のみで発生させた場合、正常な中胚葉が形成される。 2. 小割球は、中割球や大割球に対して誘導的に働きかけ、中胚葉の形成を促す。 3. 中胚葉を形成する細胞は、すべて中割球に由来することが実験的に示されている。 4. 小割球は、外胚葉や内胚葉の形成には一切関与せず、中胚葉のみを形成する。

問4 ウニの受精プロセスに関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 精子の侵入後、受精膜が形成されることで多精拒否が起こる。 2. 受精膜の形成は、第一卵割が完了した後に初めて観察される。 3. 多精拒否は、精子の核が卵の核と融合した後に開始される。 4. 受精膜は、卵細胞膜が溶解することで形成される構造である。

問5 ウニの受精において、精子の侵入に伴う卵内カルシウム濃度の上昇と受精膜の形成に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 卵内カルシウム濃度の上昇が引き金となって受精膜が形成される。 2. 受精膜の形成が先行し、その後に卵内カルシウム濃度が上昇する。 3. 卵内カルシウム濃度が一定に維持されることで受精膜が形成される。 4. 卵内カルシウム濃度が低下することで受精膜の形成が促進される。

問6 脊椎動物の発生における形成体の移植実験に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 移植された組織は、周囲の細胞に対して分化を促すシグナルを送ることで器官形成を誘導する。 2. 移植された組織は、周囲の細胞からシグナルを受け取るだけで、自らは分化の方向性を決定しない。 3. この現象は、細胞の分化運命が受精時に完全に固定されていることを証明するものである。 4. 移植された組織は、周囲の細胞の遺伝子発現を抑制することで、器官の形成を阻止する役割を持つ。

問7 テッポウユリのつぼみの成長に伴う減数分裂の進行について、葯と胚珠の比較として最も適切なものはどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 葯と胚珠は、つぼみの成長に関わらず常に同じタイミングで減数分裂を開始し、完了する。 2. 葯では比較的短い期間で減数分裂が完了するのに対し、胚珠ではより長い期間をかけて減数分裂が進行する。 3. 胚珠では短期間で減数分裂が完了するのに対し、葯ではつぼみの成長の全期間を通じて減数分裂が進行する。 4. 葯と胚珠のいずれにおいても、つぼみの長さが10mmから170mmに達するまで減数分裂が進行し続ける。

問8 植物の組織と分裂組織の関連について、根の表皮組織の形成過程として正しい説明はどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 根の表皮組織は、茎頂分裂組織から直接分化して形成される。 2. 根の表皮組織は、根端分裂組織において体細胞分裂を経て生じた細胞から分化する。 3. 根の表皮組織は、形成層の分裂によって供給される細胞から分化する。 4. 根の表皮組織は、基本組織系の一部として分裂組織とは独立して形成される。

問9 胚の発生過程において、タンパク質Xが果たす役割として最も適切なものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. タンパク質Yの合成を促進し、腹部形成を制御する 2. タンパク質Yと直接結合して、腹部形成を阻害する 3. タンパク質Yの合成を抑制することで、頭部形成を促進する 4. タンパク質Yを分解し、腹部形成に必要な濃度を低下させる

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 3 外胚葉の表面積の拡大が抑制され、D層の単層化が起こらない。	遺伝子Aは外胚葉のS層で特異的に発現し、発生過程における形態形成を制御する。実験的に遺伝子Aを欠損させると、野生型で見られるS層の引き伸ばしやD層の単層化が進行しなくなる。その結果、外胚葉領域全体の表面積拡大が抑制され、D層の細胞移動も正常に行われなくなることが確認されている。これは遺伝子Aが形態形成の基盤となる細胞動態に必須であることを示している。
問2	答え 1 相同染色体が対合し、二価染色体が形成されている	減数分裂の第一分裂前期では、相同染色体が互いに接近して対合し、二価染色体を形成する。この時期の細胞を酢酸オルセインなどの染色液で処理すると、光学顕微鏡下で二価染色体を明瞭に観察できる。他の選択肢のうち、染色体が中央に並ぶのは中期、核膜の再形成は終期、精細胞の形成は花粉の成熟過程における体細胞分裂の事象であり、減数分裂第一分裂前期の定義とは異なる。
問3	答え 2 小割球は、中割球や大割球に対して誘導的に働きかけ、中胚葉の形成を促す。	ウニの発生実験において、小割球を中割球や大割球と組み合わせると、骨片を作る中胚葉が形成される。小割球を欠いた状態ではこれらが形成されないことから、小割球が他の割球に対して誘導的に作用し、中胚葉の分化を決定づけていることがわかる。この現象は、発生過程における細胞間の相互作用を示す重要な例である。
問4	答え 1 精子の侵入後、受精膜が形成されることで多精拒否が起こる。	ウニの受精において、受精膜の形成は精子の侵入直後に起こる極めて速い反応です。この反応は、複数の精子が卵に侵入する「多精」を防ぐための重要な防御機構であり、発生の初期段階で正常な倍数性を維持するために不可欠です。他の選択肢にあるような卵細胞膜の溶解や、卵割後の形成といった説明は誤りです。
問5	答え 1 卵内カルシウム濃度の上昇が引き金となって受精膜が形成される。	ウニの受精では、精子が卵に侵入すると、卵細胞内のカルシウムイオン濃度が急激に上昇する。この濃度上昇がシグナルとなり、卵表層の表層粒が放出されることで受精膜が形成される。実験的にカルシウム濃度の上昇を阻害すると受精膜の形成が起こらないことから、この濃度上昇は受精膜形成に必須のプロセスである。
問6	答え 1 移植された組織は、周囲の細胞に対して分化を促すシグナルを送ることで器官形成を誘導する。	形成体による誘導は、移植された組織が周囲の未分化な細胞に対して特定の分化を促すシグナルを放出することで成立する。このプロセスは細胞間の相互作用によるものであり、分化運命が固定されているわけではなく、周囲の環境からのシグナルによって柔軟に決定される。この実験は、発生における細胞間のシグナル伝達の重要性を明らかにした重要な知見である。
問7	答え 2 薬では比較的短い期間で減数分裂が完了するのに対し、胚珠ではより長い期間をかけて減数分裂が進行する。	テッポウユリの減数分裂の観察において、薬ではつぼみの長さが10mmから30mmという比較的短い成長過程で分裂が完了する。一方、胚珠では10mmから170mmという長い成長過程にわたって各段階の分裂が観察される。このことから、薬と胚珠では減数分裂の進行速度や期間に明確な差があることがわかる。生物の発生過程において、器官ごとに分裂のタイミングや速度が異なることは、個体形成の調節において重要な意味を持つ。
問8	答え 2 根の表皮組織は、根端分裂組織において体細胞分裂を経て生じた細胞から分化する。	植物体の各組織は、それぞれの部位に存在する分裂組織での体細胞分裂によって供給された細胞が分化することで形成される。根の表皮組織は根端分裂組織に由来し、茎の表皮組織は茎頂分裂組織に由来する。形成層は維管束の二次成長に関与する分裂組織であり、表皮の形成とは直接関係しない。
問9	答え 1 タンパク質Yの合成を促進し、腹部形成を制御する	タンパク質Xは、胚の腹部形成においてタンパク質Yの合成を促進する重要な役割を担っています。実験的にタンパク質Xを欠損させると腹部が形成されないことから、その機能は腹部形成の必須条件であることがわかります。また、タンパク質Yを強制発現させても腹部が形成されない場合があることから、単なる合成促進だけでなく、適切な空間的配置や発生段階に応じた制御が腹部形成には不可欠であると考えられます。