

# 2014 年度 センター試験 本試験 生物 I

## 第 1 問 細胞のしくみと細胞分裂

出題範囲	細胞
難易度	★★☆☆☆
所要時間	10 分
傾向と対策	2014 年度の第 1 問は小問 7 個からなり、問題数が多い構成となっている。そのためやや時間はかかるかもしれないが、比較的簡単な問題ばかりであるので落とすことがないようにしたい。高得点を狙うなら満点を取りたい大問である。出題分野は例年通り、細胞に関する分野であり、教科書をしっかりと読んで理解しておけば、それ以上の内容が問われることは稀である。そのため、この第 1 問でつまずく人は教科書の学習が不十分だと考えてよい。流れに乗るためにも、教科書の細胞の分野をよく理解してスラスラ解けるようにしておきたい。

### A

問 1  正解は①

難易度 ★★★☆☆

#### 解説

① 正 例としてゾウリムシや大腸菌といったおなじみの単細胞生物を思い出せばよい。ゾウリムシは真核細胞からなる単細胞生物（しんかくたんさいぼうせいぶつ真核単細胞生物）であり、**大腸菌**は原核細胞からなる単細胞生物（げんかくたんさいぼうせいぶつ原核単細胞生物）であることを覚えていれば、誤りではないことがわかる。有名な単細胞生物は覚えておくほうがよいだろう。次の表で代表例を確認しておこう。

分類	代表例
真核細胞からなる単細胞生物	ゾウリムシ, ミドリムシ, アメーバ, <b>酵母菌</b>
原核細胞からなる単細胞生物	大腸菌, シアノバクテリア

- ② 誤 例としてヒトの精子を思い出せばよい。ヒトの精子は中心体やミトコンドリアなどの細胞小器官をもつ真核細胞であるが、卵までたどり着くための動力となる**鞭毛**を有している。細胞の分野の知識だけでなく、生殖などの他の分野から知っているものを引っ張り出して考えるとよい。鞭毛を有する真核細胞の例としてほかに、クラミドモナスやミドリムシがあげられる。
- ③, ④, ⑤ 誤 原核細胞では真核細胞に比べ細胞小器官が発達していない。真核細胞と原核細胞における細胞小器官の有無をまとめた次の表を覚えてほしい。

細胞小器官	真核細胞		原核細胞
	動物	植物	
細胞壁	×	○	○
細胞膜	○	○	○
核膜	○	○	×
核小体	○	○	×
ゴルジ体	○	○	×
中心体	○	× 注：一部の植物にはある	×
ミトコンドリア	○	○	×
リボソーム	○	○	○

(○は存在する, ×は存在しないことを表す)

以上より, 正解は①。それぞれの選択肢について具体例を思い出すことができれば正解を導けるだろう。代表例はしっかりと覚えておくようにしたい。②～⑤の選択肢で迷っても, ①が確実に正しいことがわかれば正解できる。

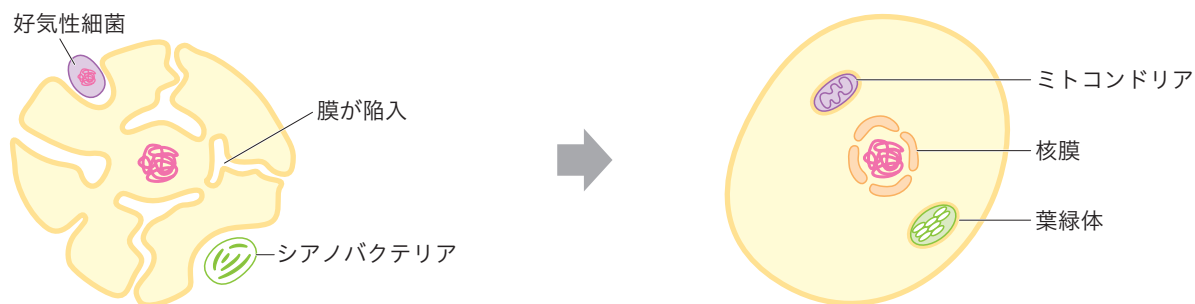
問2 2 正解は②

難易度 ★★☆☆☆

### 解説

二重膜構造をもつ細胞小器官は核, ミトコンドリア, 葉緑体の3種類のみである。

ミトコンドリアは好気性細菌が, 葉緑体はシアノバクテリアがそれぞれ細胞内に取り込まれてできたものであるとする<sup>きょうせいせいせつ</sup>共生説(細胞内共生説)<sup>さいぼうないきょうせいせいせつ</sup>を考えると, 取り込まれる過程で, 取り込まれる側の細胞の細胞膜と, 取り込む側の細胞の細胞膜によって二重膜が形成されることがわかる。また, 核は細胞膜が陥入し, 染色体を包み込むことで形成されたと考えると, やはり核も二重膜構造をもつことがわかる。



核, ミトコンドリア, 葉緑体の誕生

以上より, 正解はオとキを選択している②。このように, 構造だけを覚えるのではなく, その構造が誕生した背景まで覚えていると忘れにくい。

問 3 3 正解は②

難易度 ★★☆☆☆

## 解説

溶媒分子と小さい溶質分子のみを通す<sup>はんとうまく</sup>半透膜を用いて、大きな溶質分子が溶けた2つの溶液を分離すると、水分子は<sup>しんとうあつ</sup>浸透圧の低いほうから高いほうへ移動しようとする。

細胞膜は半透膜のような性質を示す。細胞を蒸留水に浸すと、イオンなどが溶けている細胞質基質などで満たされた細胞内の浸透圧は蒸留水の浸透圧よりも高いため、細胞内へ水分子が流入する。よって**細胞の体積は次第に増加する**。また、水分子の流入によって細胞が膨張して、**膨圧も徐々に上昇**していく。一方、水分子の流入によって、細胞質基質の濃度が小さくなると、細胞内の浸透圧は低下していく。

ここで、膨圧と浸透圧の関係について考えよう。水の流入によって細胞が膨張すればするほど、細胞膜は細胞壁を押し、その分細胞壁が元に戻ろうとして細胞膜を押し戻すので、水分子が細胞内に流入しづらくなることは想像できるだろう。つまり、細胞の膨張に伴って上昇する<sup>ぼうあつ</sup>膨圧は、細胞内への水分子の流入を妨げる圧力であると解釈できる。一方、細胞内外の浸透圧差は、浸透圧が高いほうへの水分子の移動を促す力であると解釈できる。よって、膨圧が浸透圧差と等しくなれば、水分子の移動が見かけ上止まることがわかる。

今回の問題では、浸透圧が0である蒸留水を用いているため、細胞内の浸透圧がそのまま細胞内外の浸透圧差となるので、膨圧が細胞内の浸透圧と一致すれば、見かけ上水分子の移動は止まり、細胞の体積は一定に保たれると考えられる。

以上より、ケに「増加」、コに「上昇」、サに「細胞内の浸透圧と同じ大きさになる」を選んでいる②が正解となる。浸透圧は難しい概念ではあるが、しっかりと理解する必要がある。

## 重要語句

## ➤膨圧

水の流入によって細胞が膨張している時に水の細胞膜が細胞壁を押し力。水が細胞内に流入すると高くなり、細胞外へ流出すると低くなる。

## ◆ Check!!

## 吸水力・浸透圧・膨圧

前問で浸透圧と膨圧の解釈について説明した。ここで新たな概念である吸水力を導入しよう。<sup>きゅうすいりょく</sup>吸水力とはその名のとおり、細胞が水分子を吸収する力である。これはもちろん細胞が意識的に水を吸収しているのではないので、水分子の細胞内への移動によって見かけ上、生じる力である。

細胞を低張液にさらしたとき、細胞内外の浸透圧差は、浸透圧が高いほう、すなわち細胞内への水分子の移動を促す力として、膨圧は細胞内への水分子の流入を妨げる力として解釈できるので、吸水力は以下のように表せる。

$$\text{吸水力} = \text{細胞内の浸透圧} - \text{細胞外の浸透圧} - \text{膨圧}$$

細胞を蒸留水に浸しているときは、細胞外の浸透圧が0であるから、

吸水力 = 細胞内の浸透圧 - 膨圧

と表せる。前問でもこの考え方を適用した。

また、細胞内外の浸透圧差が膨圧と等しくなったとき、吸水力 = 0 が成り立つので、見かけ上は細胞内に水は流入しない。また、見かけ上は細胞外へ水が流出することもない。

公式を覚えるだけでは力はつかない。意味までしっかりと理解した上で使うようにしよう。

問 4 4 正解は④

難易度 ★☆☆☆☆

**解説**

まず、能動輸送と受動輸送の違いを理解しよう。

輸送の種類	説明
<small>のうどう ゆ そう</small> <b>能動輸送</b>	エネルギーを用いる、濃度の低いほうから高いほうへの物質の輸送
<small>じゆどう ゆ そう</small> <b>受動輸送</b>	エネルギーを用いない、濃度の高いほうから低いほうへの物質の輸送

この違いを押さえて、考えていくことが重要である。

- ①, ② 誤 赤血球を含む動物細胞の多くは、その細胞膜の表面に**ナトリウムポンプ**をもつ。ナトリウムポンプでは能動輸送によって、細胞内へカリウムイオンが、細胞外へナトリウムイオンが運ばれるのでカリウムイオン濃度は細胞の外側より内側のほうが高い。
- ③ 誤 確かに淡水生硬骨魚はえらに存在する**えんるいさいぼう 塩類細胞**によって体内へ塩類を取り入れているが、淡水では魚の体細胞のほうが、体を取り囲んでいる水よりも塩類濃度が高いため、塩類を体内に取り入れるためにはエネルギーが必要である。よって、このとき行われているのは受動輸送ではなく、能動輸送である。
- ④ **正** 海水生硬骨魚は水を体内に取り入れるために、多量の海水を飲むが、このとき余分な塩類も体内に入ってしまう。したがって、余分な塩類を体外へ排出する必要がある。これはえらにある塩類細胞で行われているが、海水よりも魚の体細胞のほうが塩類濃度は低いため、塩類の排出にはエネルギーが必要であり、能動輸送が行われている。
- ⑤ 誤 物質を高濃度側から低濃度側に拡散するのは、エネルギーを用いない受動輸送である。能動輸送ではエネルギーを用いることで物質を低濃度側から高濃度側に輸送する。

以上より、正解は④。①, ②で迷っても受動輸送、能動輸送それぞれの仕組みを理解していれば、④が正解であることがわかる。焦らずに後半の選択肢も見るようにしよう。

◆ Check!!

**海水魚と淡水魚の浸透圧調節**

海水魚や淡水魚の浸透圧調節に関する問題が出されたら、海水では体液の浸透圧のほうが低く、淡水

では体液の浸透圧のほうが高いということに注意してほしい。その違いから考えれば、両者がそれぞれどのように浸透圧調節を行っているのかわかるはずである。

浸透圧調節の違い	海水魚	淡水魚
体表面における受動的な輸送	水が奪われる	水が過剰に取り込まれる
口から水分を	取り込む	取り込まない
えらの塩類細胞で塩類を	排出する	取り込む
尿	量の少ない等張尿 <small>とうちょうによ</small>	多量の低張尿 <small>ていちょうによ</small>

等張、低張というのはその魚の体液に比べて、ということである。「海水魚は高張な尿をつくれればいいのではないか」と思うかもしれないが、魚の腎臓は高張な尿をつくれるほど発達しておらず、体液と等張な尿までしかつけれない。

## B

問 5 5 正解は⑤

難易度 ★★☆☆☆

### 解説

この実験では根端分裂組織を切り出しているので、観察される変化は体細胞分裂であることがわかる。減数分裂と混同しないようにしたい。次の表で違いをチェックしよう。

分裂の種類	目的	特徴
たいさいぼうぶんれつ 体細胞分裂	多細胞生物の成長，単細胞生物の無性生殖などのため	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 個の母細胞から 2 個の娘細胞ができる。</li> <li>染色体数は変化しない。(2n → 2n)</li> </ul>
げんすうぶんれつ 減数分裂	精子や卵などの生殖細胞を形成するため	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 段階の分裂が行われ，1 個の母細胞から 4 個の娘細胞ができる。</li> <li>2 段階の分裂の間で DNA の複製は行われず，染色体数は半減する。(2n → n)</li> <li>第一分裂前期に二価染色体<small>にかせんしよくたい</small>が形成される。この際に染色体の乗換えが起こり，遺伝子の組換えが起こることがある。</li> </ul>

ちなみに、本問とは関係ないが、植物では体細胞分裂の起こる場所が決まっている。根の先端にある根端分裂組織こんたんぶんれつと、茎や脇芽の先端にある茎頂分裂組織けいちようぶんれつ、茎の木部と師部の間にある形成層である。

また、細胞には細胞周期さいぼうしゅうきが存在する。体細胞分裂における細胞周期は DNA 合成準備期 (G<sub>1</sub>期き)，DNA 合成期 (S 期き)，分裂準備期 (G<sub>2</sub>期き)，分裂期 (M 期き) の 4 つの期間に分類される。M 期はさらに前期ぜんき，中期ちゅうき，後期こうき，終期しゅうきに分けられている。また、G<sub>1</sub>期，S 期，G<sub>2</sub>期の 3 つをまとめて間期かんきという。

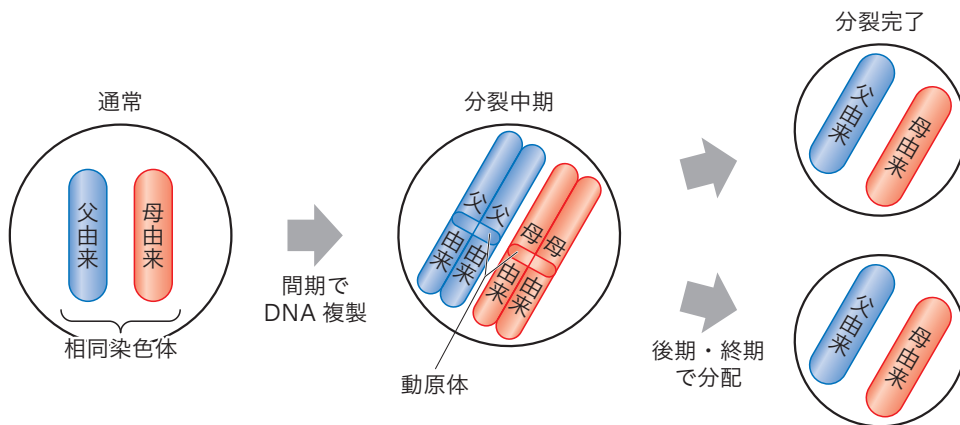
M 期に分類される各時期の特徴をしっかりと覚えよう。

時期	特徴
前期	核膜や核小体が消失する。
中期	染色体が赤道面に並ぶ。紡垂体が完成する。
後期	染色体が縦裂面で分かれ、両極へ分配される。
終期	核膜と核小体が現れる。細胞質分裂によって2個の娘細胞ができる。

以上より，図1のaは染色体が細胞中央の赤道面に並んでいることから，体細胞分裂中期の状態であることがわかる。

それでは選択肢を見ていこう。

- ① 誤 **二価染色体**が形成されるのは減数分裂である。体細胞分裂では二価染色体は形成されない。
- ② 誤 染色体の対合が起こるのは体細胞分裂ではなく，減数分裂の第一分裂前期である。減数分裂では染色体の対合によって二価染色体が生じる。
- ③ 誤 X染色体は性染色体であるが，1つの花に雌しべと雄しべがあることからわかるように，多くの植物では雌雄の区別が存在しない。よって，ほとんどの植物では，そもそもX染色体は存在しない。また，動物の体細胞においても，一般にX染色体は2本までしか存在しない（多数の性染色体をもつ動物は少ない）。
- ④ 誤 染色体の乗換えや遺伝子の組換えが起こるのは，減数分裂の前期である。染色体の乗換えや遺伝子の組換えは，体細胞分裂では起こらない。
- ⑤ **正** 次図のように植物の体細胞では，1つの父由来の染色体と1つの母由来の染色体から**相同染色体**が形成されている。体細胞分裂では，それぞれの染色体が間期に複製される。複製を終えた染色体が細胞中央の赤道面に並ぶのが中期の状態である。



体細胞分裂における染色体の分配

以上より，正解は⑤。分裂のプロセスをしっかりと覚え，体細胞分裂と減数分裂の違いを理解できるようにしよう。

問 6 6 正解は①

難易度 ★★★☆☆

## 解説

選択肢を順に確認していけばよい。

- ① 正 問題文中の条件「分裂の各時期に要する時間が細胞によって変わらない」を考えると、細胞分裂の始まる時間がすべての細胞で同調していたら、観察したときに図1の a から e のうち 1 種類の時期の細胞しか観察できないはずである。しかし、実際は表1のように a から e の時期すべてが観察されているのだから、細胞分裂の各段階はばらばらで同調していない。同調していないという条件があるからこそ、各時期の時間とその時期にある細胞数が比例関係にある（長い時間を要する時期ほどその時期にある細胞数が多くなる、短い時間で済んでしまう時期ほどその時期にある細胞数が少なくなる）と考えることができる。そのため、ある瞬間における各時期にある細胞の個数から、各時期の所要時間を推定できるのである。
- ② 誤 固定によって、細胞の分裂がゆっくり止まっても、早く止まっても、観察する細胞の数が十分であれば結局ある時期における細胞数は変化しない。
- ③ 誤 染色体の乗換えが起こっても起こらなくても細胞周期に影響はない。
- ④ 誤 確かに一般に植物細胞は体細胞分裂の終期に細胞板を形成するため、観察する際に終期の細胞を識別しやすいかもしれないが、細胞板を形成しなくても染色体の配置などから細胞が終期の状態であることは確認できる。よって必ずしも必要な条件とはいえず、適切ではない。
- ⑤ 誤 <sup>げんけいしつぶんり</sup>原形質分離は、細胞壁をもつ細胞が高張液（細胞内部よりも浸透圧の高い溶液）にさらされたとき、細胞内から水が流出することで細胞膜が細胞壁から離れる現象であり、細胞周期とは関係がない。

以上より、正解は①。次の問7のような問題は解いたことがあっても、今回の問題のように、問題を解くために必要な条件までは意識しないことが多いだろう。しかし、それらも含めて理解することで、さらに深い理解につながる。問題の背景や出題者の意図も考えて、問題を解くようにしよう。

## 重要語句

## ➤固定

観察などの際に細胞の活動を停止させる操作のこと。目的の組織を 45% 酢酸やカルノア液などに浸して行う。細胞小器官の分解を防ぐなどしてできるだけ自然に近い状態で観察することが目的である。

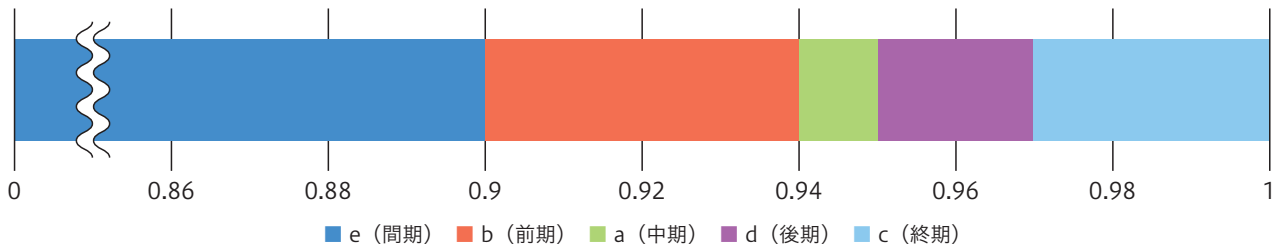
問 7 7 正解は②

難易度 ★★★☆☆

## 解説

問6において、条件を見つける際に、「各時期の時間とその時期にある細胞の数は比例関係にある」ということに気づけば、各段階における細胞の数の比が、各段階にかかる時間の比であることがわかる。つまり、全体の細胞数に対する各段階の細胞数の割合が、細胞周期における各段階の時間の割合を示すのである。

下のグラフにその割合を示した。



また、問題文中の「細胞分裂を終えたばかりの細胞が次の細胞分裂を終えるまでの長さは、15 時間であった。」という記述から、細胞周期 1 周にかかる時間は 15 時間であることがわかる。

さて、図 1 において細胞分裂後期を表しているのは染色体が縦列面で分かれ、両極に移動している d である。d の段階の細胞の数が 60 であることから、細胞分裂後期の長さは次のように求められる。

$$15[\text{時間}] \times \frac{60}{30 + 120 + 90 + 60 + 2700} = 15 \times \frac{60}{3000} = \frac{3}{10}[\text{時間}]$$

1 時間は 60 分であるから、

$$\frac{3}{10}[\text{時間}] \times 60[\text{分}/\text{時間}] = 18[\text{分}]$$

よって、正解は②の 18 分。最後の時間の単位変換でつまずかないように注意しよう。

(制作：熊井勇介，大橋陽樹)



# 2014 年度 センター試験 本試験 生物 I

## 第2問 シロイヌナズナの生殖とホヤの発生

出題範囲	生殖・発生
難易度	★★★★☆☆
所要時間	12分
傾向と対策	A, B ともに生殖と発生の分野に関する実験についての設問があり, 時間が必要となる問題構成となっている。また, B では比較的難しい問題も存在しており, その問題にどれだけ時間を割けるかが重要になっている。この大問をいかに早く解くかが, 全体で時間に余裕をもつための最大のキーポイントとなる。この年もそうであるが, 第2問では実験結果からどのような考察が得られるかを尋ねてくる問題が非常に多い。また, 実験内容や結果を長い文章から読み取らなければならないことが多く, 本番で戸惑わないためには過去問を解いて慣れるしかない。その際に, 時間を計って制限時間以内に終わらせることができたかをしっかりと確認しておこう。

### A

問1 8 正解は⑥

難易度 ★★☆☆☆

#### 解説

種々の細胞分裂に関する問題である。選択肢を確認していこう。

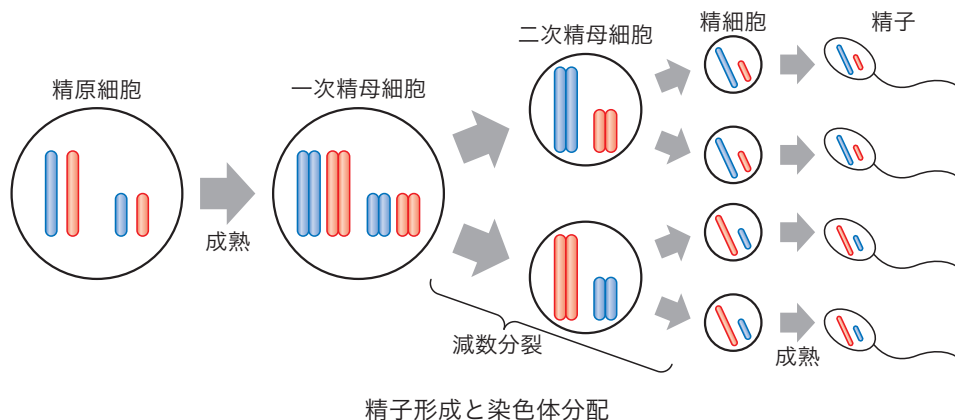
- ① 誤 減数分裂の第一分裂では終期に細胞質分裂が起こる。第一分裂の際の細胞質分裂によって生じた2つの細胞のそれぞれが, 第二分裂の過程でさらに2つの娘細胞に分かれるのである。なお, 第一分裂と第二分裂の間でDNAの複製は行われない。
- ② 誤 カエルの<sup>らんかつ</sup>卵割を思い出してほしい。<sup>なんおうらん</sup>端黄卵であるカエルの卵は, 8細胞期になる際の体細胞分裂から<sup>ふ</sup>木等割<sup>とうかつ</sup>をする。卵割は, 生じる娘細胞でも染色体数やその組み合わせが変化しない体細胞分裂であるから, 体細胞分裂によって形成される2つの娘細胞の体積が違うこともあるということがわかる。
- ③ 誤 動物の精細胞は, 成熟することによって精子となる。

動物の精子形成について確認しておこう。

発生初期に始原生殖細胞が分化する。始原生殖細胞は未分化な精巣に移動し, そこで精原細胞となる。精原細胞は, 体細胞分裂をくり返し, 精巣内で多くの精原細胞がつくられるようになる。この精原細胞が成熟すると<sup>いち</sup>一次精母細胞<sup>じせいぼさいぼう</sup>となる。一次精母細胞は減数分裂を行い, 一次精母細胞が減数分裂の第一分裂を終えた際にできるのが<sup>にせいぼさいぼう</sup>二次精母細胞である。さらに二次精母細胞が第二分裂を終えると<sup>せいさいぼう</sup>精細胞となる。精細胞が成熟すると鞭毛が生えて精子となる。

体細胞分裂, 減数分裂, 成熟が起こるタイミングをしっかりと理解しておこう。一次精母細胞から二次精母細胞ができるとき, 減数分裂によって染色体数が半減することも押さえておこう。卵の形成についても確認しておく

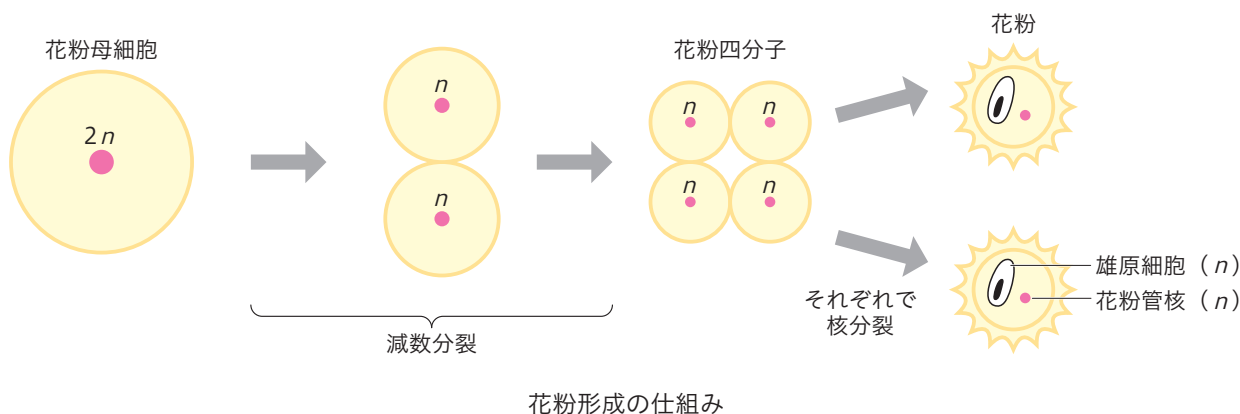
とよい。



- ④ 誤 ③の解説参照。精子は精細胞の成熟によって生じる。  
 ⑤ 誤 被子植物の花粉母細胞は、体細胞分裂ではなく、減数分裂によって花粉四分子となる。

被子植物の精細胞形成について確認しておこう。

雄しべにあるやくでは花粉母細胞<sup>かふんぼさいぼう</sup>が活発に減数分裂を行っている。減数分裂の結果できた4個の娘細胞をまとめて、花粉四分子<sup>かふんしぶんし</sup>という。花粉四分子を構成する未熟な花粉(娘細胞)がそれぞれ成熟を始めると、核分裂<sup>かくぶんれつ</sup>が起き、花粉管核<sup>かふんかんかく</sup>と、細胞膜に取り囲まれた雄原細胞<sup>ゆうげんさいぼう</sup>が生じる。花粉管核および雄原細胞を取り囲んでいる細胞を花粉管細胞<sup>かふんかんさいぼう</sup>といい、これが成熟すると花粉<sup>かふん</sup>となる。花粉は柱頭に付くと花粉管<sup>かふんかん</sup>を伸ばす。その中で雄原細胞は1回体細胞分裂を行い、2個の精細胞<sup>せいさいぼう</sup>となる。



卵細胞の形成についても確認しておくとういだろう。

- ⑥ 正 ⑤の解説参照。花粉四分子を構成する4つの細胞はそれぞれで核分裂を起し、花粉管細胞および雄原細胞が生じる。細胞分裂という言葉に引っかかった人もいるかもしれないが、花粉四分子を構成する細胞では核分裂に続いて細胞質分裂も起こり、雄原細胞は花粉管細胞に取り込まれて花粉が形成されるため細胞分裂という表現で間違っていない。

以上より、正解は⑥。配偶子形成についてしっかりとした理解を得られていなければ解けない問題である。動物と植物の配偶子形成の違いをよく意識して復習するとよい。

### 関連語句

#### ➤不等割

卵割において卵が不均等に割れること。ウニの卵では 16 細胞期になる際の卵割から、カエルの卵では 8 細胞期になる際の卵割から不等割が起こる。

問 2 9 正解は③

難易度 ★★★☆☆

#### 解説

花粉は虫や風に運ばれることでめしべの柱頭<sup>ちゅうとう</sup>に付着すると、胚珠<sup>はいしゆ</sup>のある方向に管を伸ばす。これが花粉管<sup>かふんかん</sup>である。花粉管の中では花粉管核<sup>かふんかんかく</sup>が先頭を進み、2 個の精細胞<sup>せいさいぼう</sup>がこれに続くように進んでいる。花粉管が胚珠にたどり着くと、1 つの精細胞<sup>せいさいぼう</sup>は胚珠の卵細胞<sup>らんさいぼう</sup>に、もう 1 つの精細胞は中央細胞<sup>ちゆうおうさいぼう</sup>に到達し、精細胞の核はそれぞれ卵細胞の卵核、中央細胞の極核<sup>きよくかく</sup>と核融合を起こす。受精した卵細胞からは後に胚<sup>はい</sup>ができ、受精した中央細胞からは胚乳<sup>はいにゅう</sup>が生じる。

さて、実験 1 は花粉管内を通過している 2 つの精細胞が、どのような順番で珠孔（花粉管が胚珠内に侵入する場所）を通り、それぞれの精細胞が卵細胞と中央細胞のどちらと受精したかを観察したものである。

表 1 を見ると、珠孔を先に通過するのは、すべて花粉管を先に通っている精細胞 a だということがわかる。一方で、表 2 を見ると、精細胞 a のほうが精細胞 b よりも卵細胞と受精する回数が若干多いものの、精細胞 a と精細胞 b はほとんど区別なく卵細胞または中央細胞と受精していることがわかる。よって、精細胞が卵細胞と中央細胞のどちらと受精するかは珠孔を通過する順番と関係がないことがわかる。このことを踏まえて選択肢に目を見ていこう。

- ① 誤 表 2 を見ると、精細胞 a, b ともに卵細胞または中央細胞のいずれかと受精していることがわかる。卵細胞または中央細胞のいずれかと受精しているということは、精細胞 a, b が胚珠の内部に進入しているということになる。胚珠の内部に進入するためには、珠孔を通過する必要があるため、精細胞 a, b の両者とも珠孔を通過していることがわかる。
- ② 誤 表 1 より、珠孔を先に通過する精細胞は、決まって精細胞 b よりも花粉管を先に進んでいる精細胞 a であることがわかる。
- ③ 正 上記の説明でもあるように表 2 から精細胞 a, b の両者どちらも中央細胞、卵細胞と受精していることがわかる。一方で表 1 を見ると、珠孔を先に通るのは常に a であることがわかる。よって両者に因果関係はない。精細胞がどの順番で珠孔を通過しても、中央細胞と受精する確率も卵細胞と受精する確率も同じなのである。
- ④ 誤 ③の解説参照。珠孔を通過する順番と中央細胞への受精のしやすさに因果関係はない。また、表 2 を見るとむしろ、先に珠孔を通過した精細胞 a のほうが b よりも中央細胞と受精している回数は少ない。
- ⑤ 誤 表 2 より精細胞 a, b の両者を見ても受精する確率は中央細胞と卵細胞でほぼ変わらない。

以上より、正解は③。2つの表をよく見比べて考えよう。表を比較する問題はセンターで頻出であるので、間違えた場合はもう一度よく考えながら直し直すとよい。

## B

問3 10 正解は⑤

難易度 ★☆☆☆☆

### 解説

モザイク卵という言葉に戸惑うかもしれない。モザイク卵とその反対の特徴をもつ調節卵について覚えておこう。

卵の種類	説明
モザイク卵 <sup>らん</sup>	卵割の際の割球や胚の一部を除くと、除いた部分が将来なる予定だった器官などをもたない不完全な胚が生じる卵のこと
調節卵 <sup>ちようせつらん</sup>	卵割初期の割球を分離しても、それぞれの割球から完全な胚ができる卵のこと

モザイク卵では、ひとつひとつの割球やその構成部分が将来何に分化するかについての決定の時期が早い。一方で調節卵では決定の時期が比較的遅い。この違いがそれぞれの卵の特徴を決定しているのである。調節卵でも割球の分離を行う時期が遅いとすでにそれぞれの割球が将来何に分化するか決まっているため、不完全な胚が生じることに注意！

以上のことを踏まえて選択肢を見ていこう。

- ①, ② 誤 移植をしており、分離を行っているわけではないので、モザイク卵か判別できる根拠になっていない。
- ③ 誤 上記のように、分離した割球が完全な個体になるのはモザイク卵ではなく調節卵である。
- ④ 誤 完全に分離しているわけではないので、モザイク卵か判別できる根拠になっていない。これはシュペーマンとマンゴルドが調節卵であるイモリの卵で行った実験である。
- ⑤ 正 割球の分離によって、不完全な個体ができている。これはモザイク卵の特徴である。

以上より、正解は⑤。最後に次の表でモザイク卵と調節卵をもつ代表的な生物名を押さえておこう。

卵の種類	代表的な生物
モザイク卵	クシクラゲ, ホヤ
調節卵	イモリ, ウニ, カエル

問4 11 正解は②

難易度 ★★★☆☆

### 解説

実験2～4の読み取り問題である。それぞれの実験における目的およびその実験からわかったことを表にまとめる。

	目的	わかったこと
実験 2	8 細胞期胚の割球のうち 1 つを染色し、その割球がどのような組織や器官に分化するか調べる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通常、割球 C は表皮細胞に分化する。</li> <li>・通常、割球 F は筋細胞に分化する。</li> </ul>
実験 3	割球を単独で培養することで誘導など割球間の相互作用について調べる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・割球 C は単独でも表皮細胞に分化する。</li> <li>・割球 F は単独では筋細胞と内胚葉に分化する。</li> </ul>
実験 4	単独では筋肉に分化しない割球 C にさまざまな箇所の細胞質断片を移植し、割球 C の変化を調べる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・割球 C に黄色細胞質を移植すると筋細胞に分化する。<sup>※</sup></li> </ul>

※問題文中の表 3 より黄色細胞質を含む j と m の細胞質断片を移植したときのみ、割球 C が高確率で筋細胞を含むようになることがわかるため。

上記の目的とわかったことを頭に置いて、選択肢を見ていこう。

- ① 正 上記のように、表 3 を見ると、黄色細胞質を含む j と m の細胞質断片を移植したときのみ割球 C が高確率で筋細胞を含むようになることがわかる。よって筋細胞は黄色細胞質によって分化が引き起こされると考えられる。
- ② 誤 F の細胞質から得た細胞質断片は l と m であるが、表 3 を見ると、m の移植によって割球 C の筋細胞の分化を引き起こすことができても、l の移植では筋細胞の分化は引き起こせないことがわかる。よって、筋細胞への分化を引き起こす因子、つまり発生運命を筋細胞に決定する因子は F の割球の細胞質の中で均一に分布していないことがわかる。
- ③ 正 表 3 を見ると、単独では表皮細胞に分化する割球 C に、黄色細胞質を移植した場合には高確率で筋細胞に分化していることがわかる。よって、発生運命を筋細胞に決定する因子（＝黄色細胞質中の因子）の移植だけで十分、筋細胞に分化することがわかる。
- ④ 正 実験 3 において、割球 C は他の割球とばらばらで培養しても表皮細胞に分化している。つまり、割球 C が表皮細胞に分化するのに他の割球による誘導は必要ない。
- ⑤ 正 実験 4 において、受精卵から g ～ m の 7 種類の細胞質断片を得たが、発生運命を筋細胞に決定する因子が含まれているのは、表 3 からわかるように黄色細胞質を含む j と m の部分のみである。したがって、受精卵の段階から因子は黄色細胞質の部分に偏って存在していることがわかる。

以上より、正解は誤りを含む②。実験の内容を上記の表のように頭の中で整理できれば、すぐに正答を見つけることができるだろう。

問 5 12 13 正解は④・⑦（順不同）

難易度 ★★★★★☆

## 解説

各選択肢の実験の結果を予想する問題。問4においてチェックした実験の内容を踏まえて結果を予想するようにしよう。選択肢を順に見ていこう。

- ①, ②, ③, ④ **④のみ正** 選択肢の①から④はすべて後半部分が「筋細胞が少ない幼生になる」で同じである。また、前半部も「細胞質○を除去した受精卵を発生させると」で同じである。つまり、○に入るgからjいずれかの部分が受精卵から除かれると筋細胞への分化が起こらなくなるということである。実験4の結果から、筋細胞の分化に関わっているのは黄色細胞質を含むjのみである。よって、④のみが正しく、①, ②, ③は誤りであることがわかる。
- ⑤ 誤 実験4からわかるように細胞質hは発生運命を筋細胞に決定する因子を含んでいない。よって受精卵に細胞質hを移植しても、幼生が新たな場所に筋細胞をもつことはない。
- ⑥ 誤 細胞質hを受精卵の前側に移植しても、幼生の後ろ側では黄色細胞質に含まれる因子によって筋細胞がきちんとつくられるはずである。前側に細胞質hを受精卵に移植した結果幼生が筋細胞をもたなくなるならば、細胞質hに含まれる因子が直接、あるいは間接的に受精卵の後方に作用して筋細胞への分化を抑制する必要があるが、細胞質hにそのような因子が含まれていることは実験2～4からでは判断できない。
- ⑦, ⑧ **⑦のみ正** 発生運命を筋細胞に決定する因子が含まれているjを受精卵の前側に移植すると、筋細胞への分化が起こり、前側にも筋細胞をもつ幼生が生じる。

以上より、正解は**④**と**⑦**。選択肢の文章が重複している箇所が多いこのような問題では、各選択肢の違いを読み取ると正誤の判断がしやすくなる。

(制作：熊井勇介，大橋陽樹)

# 2014 年度 センター試験 本試験 生物 I

## 第3問 アサガオやキイロショウジョウバエの対立遺伝子

出題範囲	遺伝
難易度	★★★★☆☆
所要時間	9分
傾向と対策	A, B 通して題材は異なるものの遺伝の計算問題である。A は葉の形に関する複対立遺伝子, B は伴性遺伝と組み換えに関する問いだが, どちらも基本的にはメンデルの遺伝の法則に従うということをしっかり押さえておけば計算自体は難しくない。あとは遺伝子の振る舞いをリード文から読み取り, 解釈をすればよい。計算問題は数学の問題と同じように演習をこなし, 訓練を積むのが得意分野にする一番の方法だろう (といっても, この手の計算問題は最近のセンター試験では出題されない傾向にある)。

### A

問1 14 正解は③

難易度 ★☆☆☆☆

#### 解説

並葉の遺伝子を N, 立田葉の遺伝子を T, 柳葉の遺伝子を Y とすると, アの交雑で得られた  $F_1$  の遺伝子型は NT, イの交雑で得られた  $F_1$  の遺伝子型は TY となる。これらを交雑すると, 次の表が得られる。

NT \ TY	T	Y
N	NT	NY
T	TT	TY

さらに, アの交雑で得られた  $F_1$  がすべて並葉であったことから, 遺伝子の強さとして  $N > T$ , 同様にイの交雑で得られた  $F_1$  がすべて立田葉だったので  $T > Y$  がわかる。よって,  $N > T > Y$  なので, 遺伝子型 NT と NY の表現型は並葉, 遺伝子型 TT と TY の表現型は立田葉となり, 表現型分離比は, 並葉 : 立田葉 : 柳葉 = 2 : 2 : 0 = 1 : 1 : 0 になる。よって正解は③。形質から遺伝子の優性 - 劣性の関係が読み取れば, あとは簡単な計算である。

問2 15 正解は④

難易度 ★★★★★

#### 解説

問1 で得られた並葉の個体の遺伝子型は NT または NY でそれらの存在比は 1 : 1 である。それぞれの個体について自家受粉させるのだから, 2 パターンの表を書けばよいだろう。

NT	N	T
N	NN	NT
T	NT	TT

NY	N	Y
N	NN	NY
Y	NY	YY

ここで、NTの株とNYの株の存在比は1：1で、しかもどちらの表も4マスで構成されているので各マスの遺伝子型が $1/2 \times 1/4 = 1/8$ の確率で現れる。よって、表現型の比は、単純に各表現型を表すマスの数の比となるので、表現型の分離比は並葉：立田葉：柳葉 = 6：1：1。正解は④。親に複数の遺伝子型が存在する可能性があるときは、それぞれの存在比に応じて、各マスの現れる比率に重率を掛けることを忘れないようにしよう。この場合は1：1なので両者に1/2を掛ければよい。

## B

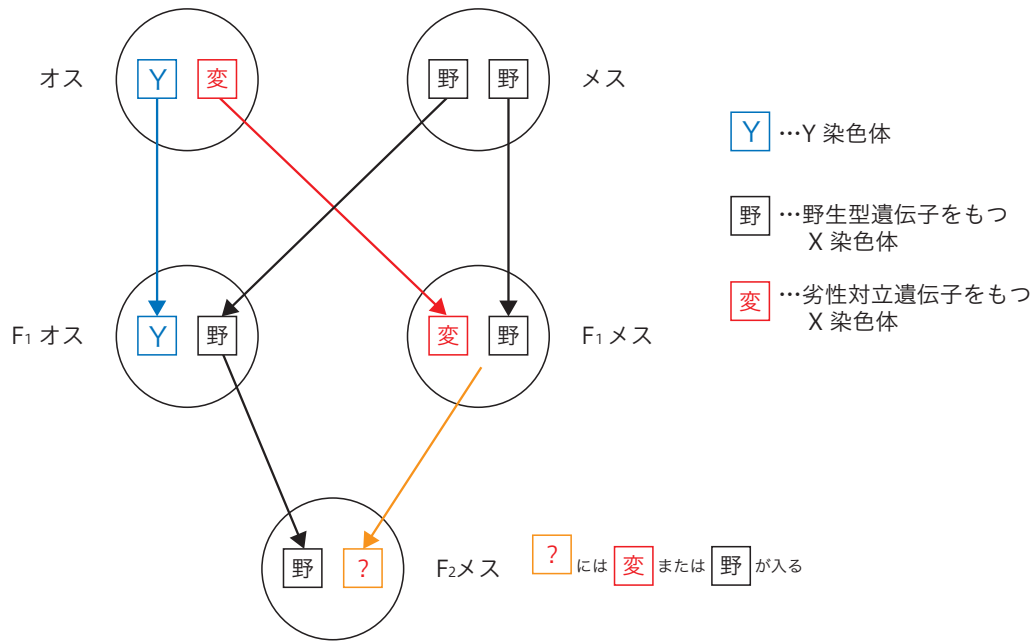
問3 16 正解は①

難易度 ★★★☆☆

### 解説

3つの遺伝子はすべてX染色体上に存在することに注意しよう。本問ではオスが劣性対立遺伝子をもつX染色体を1本、メスが野生型遺伝子をもつX染色体を2本もっているが、それらを交雑するとF<sub>1</sub>は性別に関わらず必ずメスから1本X染色体を受け継ぐ。このX染色体は野生型遺伝子をもつX染色体なので、F<sub>1</sub>の表現型はすべて野生型になる。さらに、これらが交雑するが、ここでF<sub>2</sub>メスはF<sub>1</sub>オスから必ずX染色体を受け継ぐ。ここで、F<sub>1</sub>オスのもつX染色体は1本で、なおかつそれは野生型のメスから受け継いだ野生型遺伝子をもつX染色体である。よって、F<sub>1</sub>メスから野生型遺伝子または劣性対立遺伝子をもつ染色体どちらを受け継いでも野生型の方が優性であるため、F<sub>2</sub>メスの表現型は必ず野生型になる。したがってザクロ色眼・小型翅・叉状剛毛をもつ個体の割合は0%で正解は①。Y染色体の挙動に注意しながら遺伝子の流れを追っていけば必ず正解できるはずである。





表現型は必ず野生型

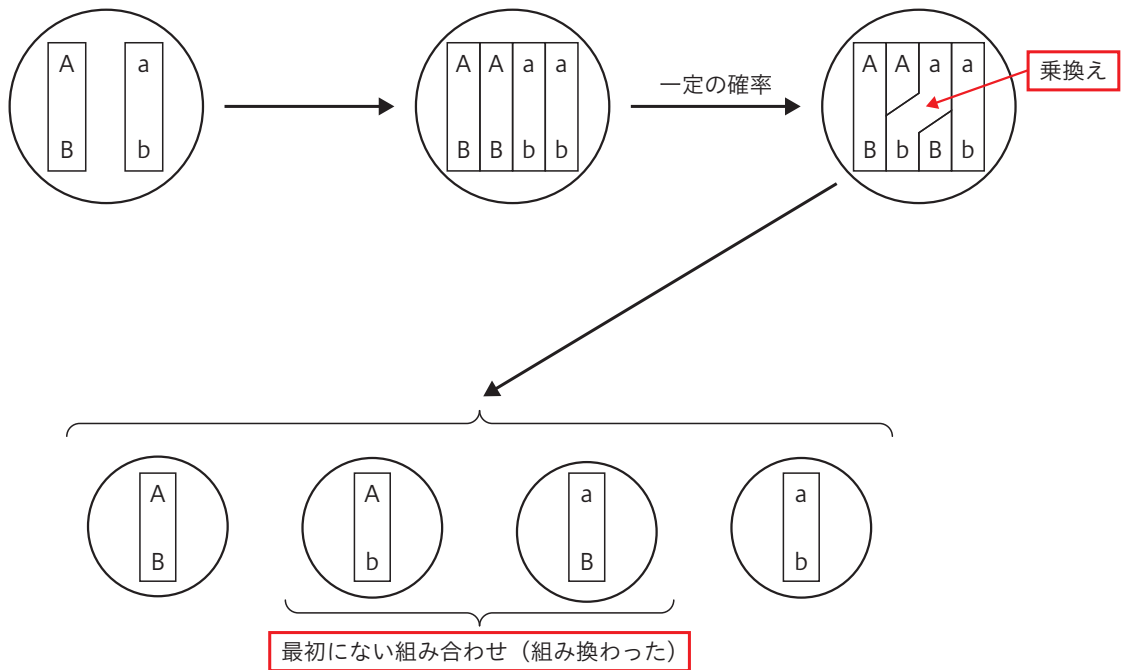
染色体の挙動

問 4 17 正解は②

難易度 ★★★★★

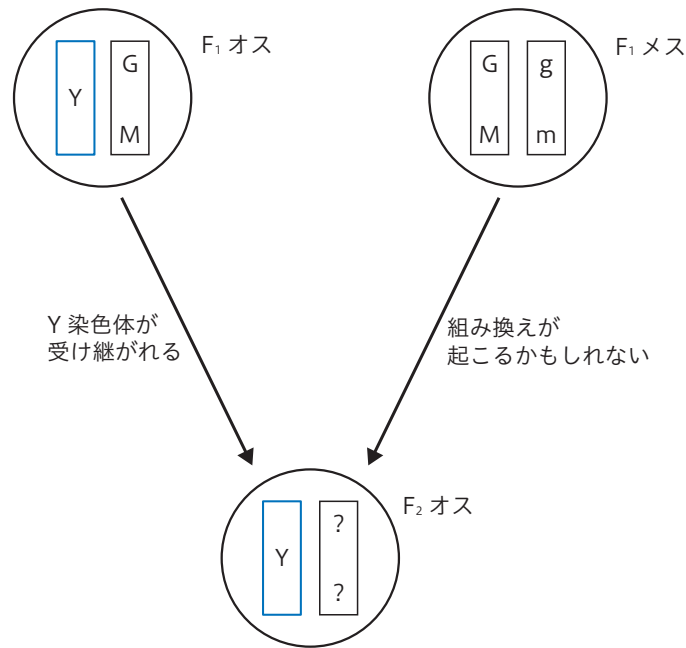
解説

遺伝子が連鎖している（同じ染色体上に乗っている）場合でも減数分裂第一分裂の前期で相同染色体が対合する際にある一定の確率で乗換え（次図）が起こり、そのまま分離・分裂することで、親の染色体にはない遺伝子の組み合わせができることがある。これを遺伝子の<sup>く</sup>組換えという。また、生じた全配偶子のうち、組換えの起こった配偶子の割合を組換え価という。



遺伝子の組換えの仕組み

次の図を見ればわかるとおり、 $F_2$  のオスには  $F_1$  メスが作る配偶子の遺伝子型がそのまま表現型として現れることになる。



よって、 $F_2$  オスの表現型の比を調べることで組換え価を知ることができる。剛毛の形についての表現型を無視して問題文中の表 1 を整理すると、次の表ようになる。

眼の色	翅の大きさ	遺伝子型	割合
野生型	野生型	GM	45.9%
野生型	小型	Gm	4.1%
ザクロ型	野生型	gM	4.1%
ザクロ型	小型	gm	45.9%

このうち、組換えで生じたと考えられるのは Gm と gM なので、組換え価は、 $4.1\% + 4.1\% = 8.2\%$  となる。よって、正解は最も近い②。オスは X 染色体を 1 本しかもたないので、メスの配偶子の分離比を表現型比で再現することができるというのが今回のポイントである。

問 5 18 正解は③

難易度 ★★★★★

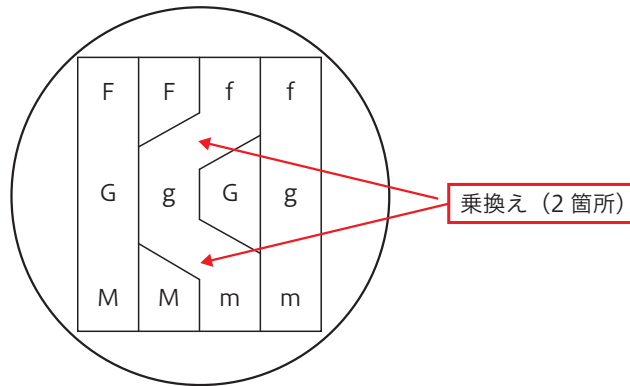
解説

G-M 間、M-F 間、および F-G 間の組換え価を問 4 と同様に求めると、以下のようになる。

遺伝子の組合せ	組換え価
G-M	8.2%
M-F	18.3%
F-G	12.3%

一般に、遺伝子同士の距離が遠いほど組換えが起こりやすい。染色体上のどの部分でも乗換えが起こる確率が等しいと仮定すると、遺伝子の組み換わる確率は遺伝子間の距離に比例するからである。組換え価は  $G-M < F-G < M-F$  なので、遺伝子間距離の関係もそうになっているとわかる。そうなるためには染色体上に  $F-G-M$  と並んでいなければならない。よって、正解は③。遺伝子の組換えのメカニズムについて理解していればやさしい問題である。計算ミスには注意。

ここで  $F-G$  間または、 $G-M$  間で組換えが起こると必ず  $M-F$  間でも組換えが起こったことになり、 $(F-G) + (G-M) = (M-F)$  となると思うが、実際は  $8.2 + 12.3 > 18.3$  である。これは二重乗換えが起こるためだ。



二重乗換え

上の図では、2回の乗換えが起こっていて、 $F-G$ 、 $G-M$  で組換えが起こっているが、 $M-F$  は組み換わらない。

(制作：熊井勇介，大橋陽樹)

# 2014 年度 センター試験 本試験 生物 I

## 第4問 ヒトの聴覚器のしくみ、ヒトや両生類の恒常性維持

出題範囲	受容器・内分泌系
難易度	★★★☆☆
所要時間	9分
傾向と対策	Aは耳の構造に関する問題、Bはホルモンに関する問題である。Aは知識量がものをいうタイプの問題で覚えていないと正解することは難しい。現行課程でも引き続き出題されているので注意が必要である。Bは現行課程では「生物基礎」に移行したホルモンの問題である。基本的なはたらきについては覚える必要があるが、今回のように実験が与えられてそれを解釈する必要がある問題も出題される。理系の選択者はセンター試験で見かけることは少なくなるだろうが、二次試験ではしっかりと範囲に入っているのできちんと理解するようにしたい。

### A

問1 19 正解は③

難易度 ★☆☆☆☆

#### 解説

選択肢を確認していく。

- ① 正 うずまき管の前庭階と鼓室階の間のうずまき細管内には、基底膜の上に聴細胞とおおい膜からなるコルチ器がある。音波が伝わってくるとうずまき管内のリンパ液が振動し、基底膜が動く。するとおおい膜と接している聴細胞の毛が曲がり、聴細胞は興奮する。この興奮が聴神経を介して聴覚中枢のある大脳へ伝えられる。
- ② 正 ①の解説参照。
- ③ 誤 聴覚中枢は髄質ではなく皮質（灰白質）にある。
- ④ 正 うずまき細管の手前側、卵円窓近くでは基底膜は幅が狭く硬いために高い音に、頂点側では広く柔軟性があるために低い音に対して共鳴する。
- ⑤ 正 例えばコウモリなどはヒトの聞き取ることのできない高周波域の音（超音波）を聞き取ることができる。

以上より、正解は③。耳の構造については次の問2で詳述する。

問2 20 正解は⑦

難易度 ★☆☆☆☆

#### 解説

耳の入り口から鼓膜までの間の管（d）が<sup>がいじどう</sup>外耳道である。顔の表面に張り出した、いわゆる耳と呼ばれる部分

(耳殻) から外耳道を含み鼓膜までを**外耳**と呼ぶ。鼓膜より先には**耳小骨**と呼ばれる3つの小さな骨(つち骨、きぬた骨、あぶみ骨)が接しており、あぶみ骨の末端は内耳の入り口である卵円窓に接している。耳小骨が収まっている、鼓膜と内耳の間の空間(e)を**鼓室**と呼ぶ。鼓室は**エウスタキオ管**(耳管)(f)を介して咽頭とつながっていて、これにより鼓室内の気圧が大気圧と同じに保たれる。鼓室、エウスタキオ管のある空間をあわせて中耳と呼ぶ。内耳は液体で満たされており、**半規管**と**うずまき管**(蝸牛)(b)からなる。あぶみ骨が卵円窓を通じて接続している部分は**前庭**(a)と呼ばれる。前庭や半規管、うずまき管は**聴神経**(c)を通じて脳と接続している。

以上より、正解は⑦である。各小器官の詳しい説明は次の問3で述べる。

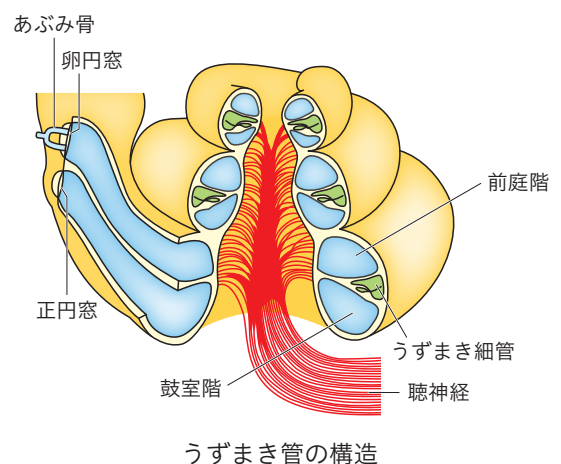
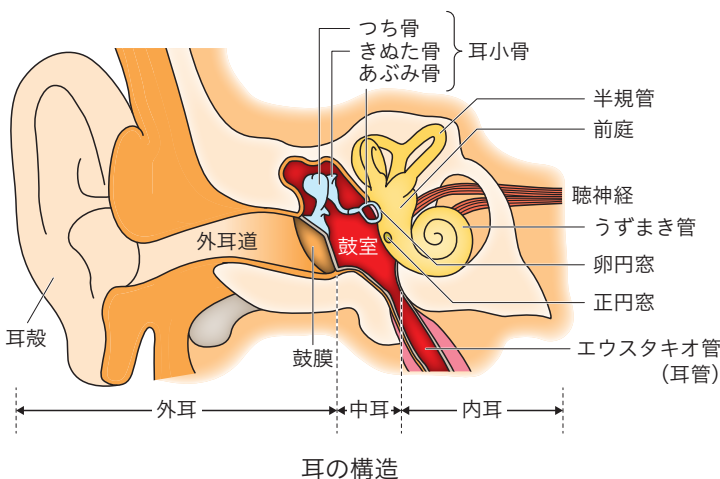
問3 21 正解は⑤

難易度 ★★★☆☆

解説

**鼓室階**はうずまき管内の音の振動が通る階層のうち、下側の層のこと。**コルチ器**とはうずまき細管の床となっている基底膜の上にある感覚器官であり、聴細胞はコルチ器の構成要素である。よって  はコルチ器。前庭では体の傾きなどの平衡感覚を感じ取っている。 は傾斜。前庭の内部には感覚毛をもった感覚細胞の上に**平衡石・耳石**がのっけていて、体を傾けたとき、平衡石が動いて感覚毛を押すことで傾きの情報が脳に伝わる。 は平衡石(耳石)。半規管はリンパ液で充満しており、体を回転させるとリンパ液が流動して感覚毛が刺激を受ける。これによって回転の方向や速度の感覚が生じる。 は回転、 はリンパ液。

以上より、正解は⑤。耳の小器官について、それぞれ何をするための器官かは最低限押さえておこう。



## B

問 4 22 23 正解は①・⑥ (順不同)

難易度 ★★☆☆☆

## 解説

図 3 を見ると、変態が誘起され、尾部片の面積が相対値で 0.8 を下回った実験群は III 群と V 群だけであるというのがわかる。これをもとに表 1 と照らし合わせていく。まず、I, II, III 群を見ると、糖質コルチコイドがすべて 0 で、甲状腺ホルモンの値だけが違う。III 群のみで変態が誘起されているので、甲状腺ホルモンだけの場合は十分量がないと変態は誘起されないことがわかる。次に I, IV 群を比較すると、どちらも変態が誘起されていないので、糖質コルチコイド単独では変態は誘起されないことがわかる。最後に I, II, IV 群と V 群を比較すると、少量の甲状腺ホルモン単独、あるいは糖質コルチコイド単独では変態は誘起されていないが、それらが同時に存在すると変態が誘起されているとわかる。糖質コルチコイドは多量にあっても単独では変態を誘起しないことから、糖質コルチコイドが甲状腺ホルモンの機能を促進していると推察される。

以上から、

- ① 正
- ② 誤 ①と逆の内容である。
- ③ 誤 糖質コルチコイド単独では変態は誘起されない。
- ④ 誤 甲状腺ホルモンと糖質コルチコイドのはたらきが逆である。
- ⑤ 誤 糖質コルチコイド自体には変態の誘起作用はない。
- ⑥ 正
- ⑦ 誤 「抑制」ではなく「促進」が妥当。

以上より、正解は①と⑥。この手の問題は条件が1つだけ違うものどうしを見比べて、その条件に対する応答を1つずつ考えるのが鉄則である。これを使うだけの問題なので落とすたくない。

問 5 24 正解は④

難易度 ★★☆☆☆

## 解説

問 4 での考察より、甲状腺ホルモンが十分量存在することが、変態が誘起される条件である。よって、甲状腺ホルモンを分泌する甲状腺を除去すると当然変態は誘起されない。また、副腎を切除しても糖質コルチコイドが分泌されなくなるだけで、甲状腺ホルモンが十分多く分泌されれば変態は誘起される。また、甲状腺ホルモンの分泌は脳下垂体前葉の分泌する甲状腺刺激ホルモンによって支配されている。よって、脳下垂体を切除すると、甲状腺刺激ホルモンは分泌されなくなるので、甲状腺から甲状腺ホルモンが分泌されることもない。以上より、切除すると変態が誘起されなくなる部分は脳下垂体と甲状腺、正解は④。問 4 の内容を踏まえた上で、ホルモン

による調節の流れを考える問題であった。

◆ Check!!

ホルモン

次の表で、種々のホルモンがどこから分泌され、どのようなはたらきをするのか確認しておこう。

作られる所	ホルモンの種類	はたらき
視床下部	各種の放出ホルモン・ 放出抑制ホルモン	脳下垂体前葉でのホルモン放出を調節
脳下垂体後葉※	オキシトシン	子宮平滑筋の収縮促進, 乳分泌の促進
	<b>バソプレシン</b>	腎臓の <b>集合管</b> での水の再吸収の促進
脳下垂体前葉	<b>成長ホルモン</b>	成長促進, 血糖値の上昇, 代謝促進
	甲状腺刺激ホルモン	甲状腺からのチロキシンの分泌促進
	<b>副腎皮質刺激ホルモン</b>	副腎皮質からのホルモン分泌を促進
甲状腺	<b>チロキシン</b>	代謝促進
副甲状腺	パラトルモン	血中 $\text{Ca}^{2+}$ 濃度の上昇を促進
すい臓の ランゲル ハンス島	A 細胞	<b>グルカゴン</b>
	B 細胞	<b>インスリン</b>
副腎髄質	<b>アドレナリン</b>	血糖値の上昇 (肝臓でのグリコーゲン分解促進), 心拍数・血圧の上昇
副腎皮質	<b>糖質コルチコイド</b>	血糖値の上昇 (タンパク質の糖化促進)
	<b>鉱質コルチコイド</b>	腎臓での $\text{Na}^+$ 再吸収と $\text{K}^+$ 排出の促進

※視床下部と脳下垂体後葉にまたがる神経分泌細胞で合成され、脳下垂体後葉にたくわえられる。

問 6 25 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

視床下部と脳下垂体の問題。まず、甲状腺ホルモンの分泌を調節するのは脳下垂体前葉である。よって、ク で は脳下垂体前葉につながる神経分泌細胞を選ばなければならない。このとき思い出すべきなのは脳下垂体、後葉は視床下部で分泌されたホルモンをそのまま放出しているということだ。つまり、脳下垂体後葉に伸びる神経分泌細胞は視床下部から直接伸びている h である。したがって、ク は g を選ばなければならない。ケ は最終行に「甲状腺ホルモン濃度は低下する」とあるので、抑制的にはたらくような選択肢を選ばなければならない。よって ケ は抑制。事実、甲状腺ホルモン濃度が増加すると、フィードバック調節により放出ホルモンの分泌は抑制される。

ク で g を選んだので、脳下垂体前葉を選ぶ コ は i。視床下部からの放出ホルモンの供給が抑制されて

いるので甲状腺刺激ホルモンの分泌も抑制される。は抑制。

以上より、正解は④。教科書の図を注意深く眺めていないと正答するのは難しいだろう。

(制作：熊井勇介，大橋陽樹)



# 2014 年度 センター試験 本試験 生物 I

## 第5問 植物ホルモンのはたらき

出題範囲	植物ホルモン・花芽形成
難易度	★★★★☆
所要時間	9分
傾向と対策	第5問は小問5問構成でAは植物ホルモン、Bは花芽形成についての出題である。新課程になり出題傾向が大幅に変わったが、特にAの植物ホルモンに関する問は相変わらず頻出なので、しっかりと理解して押さえるようにしておきたい。

### A

問1 26 正解は⑦

難易度 ★☆☆☆☆

#### 解説

植物ホルモンに関する知識問題。選択肢を見ながら考えていく。細胞分裂を促進したり細胞の分化を調節したりするのはAの選択肢のうちではサイトカイニンである。孔辺細胞に作用し気孔を閉じさせるのはアブシシン酸である。このはたらきによって、葉からの蒸散による水の喪失を抑制する。

以上より、正解は⑦。センター試験を生物で受験するならば、この程度の知識は必須である。

問2 27 28 正解は③・④（順不同）

難易度 ★★★★★

#### 解説

選択肢を検討する。

- ① 正 光の情報は幼葉鞘の先端部で受け取られ、オーキシンの極性移動という形で基部側に伝わっていき、屈曲を引き起こす。
- ② 正 オーキシンは幼葉鞘の先端部で合成され、基部方向へ移動して細胞の伸長を促進する。
- ③ 誤 幼葉鞘に光が当たるとオーキシンは光が当たらない側に移動し、光の当たらない側の成長を促進する。光の当たらない側が長く伸びることで、茎は光の方向へ曲がる。
- ④ 誤 屈曲は光が当たる側と当たらない側のオーキシンの濃度差が原因で起こる。aのように光と垂直に雲母片を差し込むとオーキシンの移動が妨げられ屈曲は起きない。一方でbのように光と平行に雲母片を差し込むとオーキシンは光の当たらない側へ移動できるので屈曲する。
- ⑤ 正 光の当たらない側に雲母片を差し込むと光の当たらない側でのオーキシンの移動が妨げられ屈曲しない。

一方で光の当たる側に雲母片を差し込んでも光の当たらない側のオーキシンの移動は妨げられないので屈曲が起こる。

⑥ 正 オーキシンはゼラチン片内でも移動できる。

以上より、正解は誤りを含む③と④。実験の詳細についてはこの問題中では述べられていないが、この実験は教科書では必ず取り扱われている実験であり、雲母片やゼラチンのこの実験中での役割を把握できていたかどうかで解答できたかの分かれ目であろう。

### ◆ Check!!

#### 植物ホルモンのまとめ

植物ホルモン	特徴やはたらき
オーキシン (主にインドール酢酸 (IAA))	<ul style="list-style-type: none"> <li>・茎の先端部で合成</li> <li>・細胞壁を緩める→<b>成長の促進</b></li> <li>・頂端側から基部側へ一方向の移動 (<b>極性移動</b>)</li> <li>・側芽 (腋芽) でのサイトカイニン合成を抑制→<b>頂芽優勢</b>の維持</li> <li>・茎に光を当てると光の当たらない側へ移動する。光の当たらない側でより大きく伸長し全体として光の当たる側に曲がる (<b>光屈性の促進</b>)。</li> <li>・重力屈性の促進</li> </ul>
サイトカイニン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・細胞分裂の促進</li> <li>・老化の防止</li> <li>・側芽の成長促進</li> </ul>
ジベレリン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伸長成長の促進</li> <li>・種子の発芽促進</li> <li>・子房の成長促進→<b>単為結実</b></li> </ul>
アブシシン酸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・成長阻害</li> <li>・<b>気孔閉鎖</b>の促進</li> <li>・<b>種子の休眠</b>の維持</li> </ul>
エチレン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伸長成長の抑制, <b>肥大成長</b>の促進</li> <li>・<b>果実の成熟</b>の促進</li> <li>・<b>落葉・落果</b>の促進</li> </ul>

問3 29 正解は③

難易度 ★★★★★

#### 解説

芽ばえの芽と根が重力の方向と垂直に伸びたとき、オーキシンは重力方向に移動し茎の重力方向側に局在するようになる。芽では重力方向側のオーキシン濃度が高くなって最適濃度に近づき、成長は促進され、芽は負の重力屈性を示す。根では重力方向側のオーキシン濃度が高くなって最適濃度を超えてゆき、成長は抑制され、根は正の重力屈性を示す。この芽と根における重力屈性の示し方の違いはオーキシンの最適濃度が茎よりも根で低い

ことに起因する。

以上より、上側が点 g、下側が点 h だとわかるので正解は③。オーキシンの重力による極性移動、組織ごとのオーキシン感受性の違いを知らなければ正答できないシビアな問題だと思われる。

## B

問 4 30 正解は③

難易度 ★☆☆☆☆

### 解説

まず植物 X は暗期が短くなる（日長が長くなる）と花芽を形成するようになるので長日植物。逆に Y は暗期が短くなりすぎると花芽を形成しなくなるので短日植物。Z は<sup>しゅんかしょり</sup>春化处理（低温処理）をしてからでないとも花芽を形成しないが、暗期が短くなると花芽を形成するようになるので長日植物。限界暗期は、花芽が形成される暗期の長さ、形成されない暗期の長さの境目なので、表では○と×の間の時間である。表の時間が日長 = 24 時間 - 暗期であることに注意すると、X は 12 ~ 13 時間、Y は 9 ~ 10 時間、Z は 14 ~ 15 時間。

以上より、正解は③。日長による花芽形成の調節は基本事項なので、しっかり押さえておきたい。また、日長と暗期を取り違えるミスにも十分注意すること。

## 重要語句

## ➤光周性

生物の生理現象が日長や暗期の長さに応じて変化する性質。

## ➤長日植物

連続した暗期が限界暗期よりも短いときに花芽形成する植物。ハウレンソウ、コムギ、アブラナ、カーネーションなど（日長が徐々に長くなる春に開花する植物が多い）。

## ➤短日植物

連続した暗期が限界暗期よりも長いときに花芽形成する植物。アサガオ、ダイズ、キク、オナモミなど（日長が徐々に短くなる夏から秋に開花する植物が多い）。

## ➤中性植物

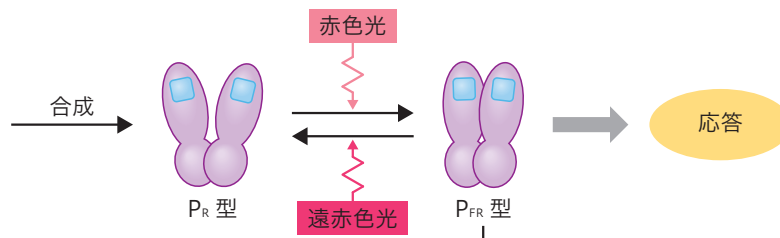
暗期の長さに関係なくある程度成長すると花芽形成する植物。トマト、エンドウ、トウモロコシなど。

## ➤光中断

暗期の途中で短い時間光を照射して連続暗期の長さを限界暗期以下にすること。花芽形成は連続した暗期の長さによって決定づけられるので光中断により短日植物は花芽形成をしなくなり、長日植物は花芽形成するようになるといった影響が出る。これは電照菊の栽培などに使われている（短日植物であるキクは秋に開花するが、電灯で光中断を続けることで冬や次の春に開花させる）。光中断には赤色光が有効であるが、これは次に述べるフィトクロムが赤色光を受容するためである。

## ➤フィトクロム

赤色光と遠赤色光を受容するタンパク質で花芽形成に関与している。P<sub>R</sub> 型（赤色光の吸収型）と P<sub>FR</sub> 型（遠赤色光吸収型）がある。P<sub>R</sub> 型で合成され、赤色光を受けると P<sub>FR</sub> 型に変化する。逆に P<sub>FR</sub> 型は遠赤色光を受けると P<sub>R</sub> 型に戻る。おもに P<sub>FR</sub> 型のフィトクロムが増加することによって各種応答が引き起こされる。P<sub>R</sub> 型よりも P<sub>FR</sub> 型の方が分解されやすいので、光の当たらない状態では P<sub>R</sub> 型のほうが多い。光中断では赤色光を受けることでフィトクロムが P<sub>R</sub> 型から P<sub>FR</sub> 型に変わり、光中断の効果が現れる。花芽形成だけでなく光発芽種子や避陰での光受容でもフィトクロムが関与している。



フィトクロムの分子スイッチの仕組み

## ➤春化处理

花芽形成のために一定期間低温にさらされることが必要な植物が存在するが、そのような植物に花を咲かせるための低温処理。

問 5 31 32 正解は①・⑨ (順不同)

難易度 ★★★☆☆

**解説**

ここでは、花成ホルモンの性質に注目しなければならない。表 2 の最上段 (1 段目) では接ぎ穂の Y のみが花芽形成の条件を満たしているが、台木の X も花芽形成している。よって花成ホルモンは接ぎ穂から台木へ移動する。表 2 の 2 段目では台木の X のみが花芽形成条件を満たしているが、やはり X, Y ともに花芽形成している。よって花成ホルモンは台木から接ぎ穂へも移動する。表 2 の 3 段目は台木、接ぎ穂ともに花芽形成条件を満たしていないので当然花芽はともに形成されない。以下の段もおおよそその繰り返しである。よって、この実験からわかることは、花芽形成条件を満たせば花成ホルモンが合成されることと株のどこかで花成ホルモンが合成されれば他の条件に関係なく株全体で花芽形成が誘導されることである。

これをもとに選択肢を見ていく。

- ① **正** 表 2 の 1, 2, 4, 5, 7, 9 段目より。
- ② 誤 花成ホルモンは台木から接ぎ穂にも接ぎ穂から台木にも移動できる。表 2 の 1, 7 段目より。
- ③ 誤 ②と同様。表 2 の 2, 4, 5, 9 段目より。
- ④ 誤 花成ホルモンは異なる植物種にも作用している。表 2 の 1, 2, 4, 5, 7, 9 段目より。
- ⑤ 誤 花芽形成条件を満たせば台木でも接ぎ穂でも花成ホルモンが合成される。表 2 の 1, 7 段目より。
- ⑥ 誤 ⑤と同様。表 2 の 2, 4, 5, 9 段目より。
- ⑦ 誤 植物 Z は春化处理をしなくても花成ホルモンさえあれば花芽形成する。表 2 の 4, 5 段目より。
- ⑧ 誤 ⑦と同様。表 2 の 4, 5 段目より。
- ⑨ **正** 表 2 の 4, 5 段目より。

以上より、正解は①と⑨。落ち着いて考えれば難しくない問題である。

## ◆ Check!!

**花成ホルモン (フロリゲン)**

頂芽や側芽での花芽形成を誘導するシグナル分子。光周期の変化を察知するフィトクロムが存在するのは葉なので、これは葉で合成され、その後頂芽や側芽へ移動する。葉 1 枚が適切な光周期にさらされるだけで花芽形成に十分な量のフロリゲンが合成される。当初はホルモンのような低分子だと考えられていたが、高分子でも原形質連絡を介して植物体内を移動することができる。フロリゲンの実体は長い間不明であったが、現在ではシロイヌナズナにおけるフロリゲンの正体が FT 遺伝子によってコードされる FT タンパク質であることがわかっている。

(制作：熊井勇介，大橋陽樹)