

### 一般入学試験

## 理 科 (100分)

### I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は57ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。  
 物理 4～23ページ  
 化学 24～37ページ  
 生物 38～57ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
  - ① 受験番号欄  
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
  - ② 氏名欄  
 氏名・フリガナを記入しなさい。
  - ③ 解答科目欄  
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

### II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問1の3と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号			

# 生 物

1 細胞周期に関する次の文を読み、下の問1～3に答えなさい。

[解答番号  ～  ]

動物細胞を培養液中で培養していると、各々の細胞は図1に示すような細胞周期を繰り返しながら増え続けるようになる。

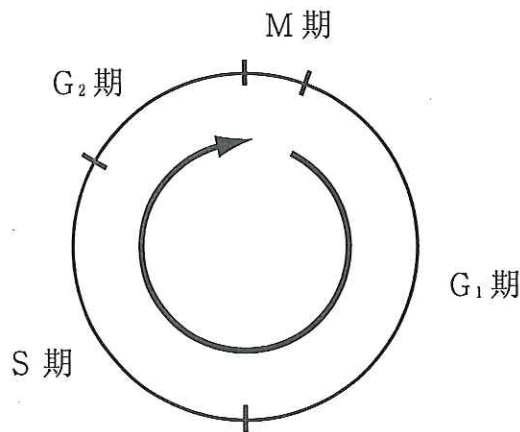


図1

核分裂が行われる時期をM期(分裂期)といい、染色体の構造や位置の違いなどから前期・中期・後期・終期に分けられる。核分裂が終了してから次の核分裂が開始するまでを間期といい、次の分裂の準備が行われる。間期は、さらに、核分裂の終了から染色体DNAの複製開始までのG<sub>1</sub>期(DNA合成準備期)・染色体DNAの複製開始から終了までのS期(DNA合成期)・染色体DNAの複製終了から核分裂の開始までのG<sub>2</sub>期(分裂準備期)に分けられる。つまり、核分裂が終了してから次の核分裂が終了するまでの細胞周期に、細胞は「G<sub>1</sub>期 → S期 → G<sub>2</sub>期 → M期」の4期を経ることになる。

問1 次のア～キはM期の前期・中期・後期・終期のいずれかに見られる現象であるが、これらに関する記述として最も適切なものはどれか。下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

ア 各々の染色体は細長い糸状になり、核膜や核小体が再び現れる。

イ 中心体は2つに分かれて両極に移動する。

ウ 細胞質分裂が始まる。

エ 細長いひも状の染色体は凝縮して太く短くなる。

オ 核膜や核小体が消失する。

カ すべての染色体が紡錘体の赤道面に並ぶ。

キ 各々の染色体が動原体の部分で分離し、それぞれが両極へ移動する。

① 前期に起こる現象の数は終期に起こる現象の数と等しい。

② 中期に起こる現象の数と後期に起こる現象の数は異なる。

③ 後期に起こる現象の数は前期に起こる現象の数の $\frac{1}{2}$ である。

④ 中期に起こる現象の数は終期に起こる現象の数の $\frac{1}{3}$ である。

⑤ 前期～終期の4期のうちの2期で、起こる現象の数が等しい。

問2 すべての細胞が同じ一定の速度で均一に増殖している、ある動物の培養細胞集団からある個数の細胞を採取して、核あたりのDNA量を測定したところ、図2に示す結果を得た。

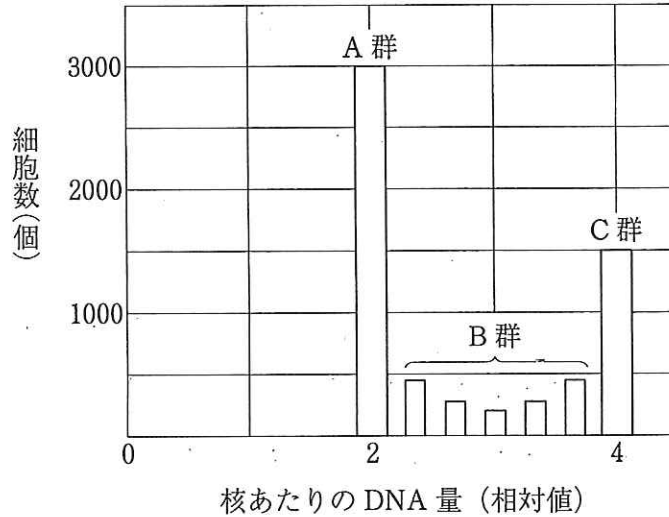


図2

この培養細胞集団の細胞周期に要する時間が24時間であり、図2中のB群の細胞数が1500個であり、さらにM期の細胞数が300個であることがわかっているものとする、G<sub>1</sub>期・S期・G<sub>2</sub>期・M期の各期に要する時間に関する記述として誤っているものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。

2

- ① S期に要する時間は6時間である。
- ② G<sub>1</sub>期に要する時間はG<sub>2</sub>期に要する時間の2倍よりも短い。
- ③ M期に要する時間はS期に要する時間の $\frac{1}{5}$ である。
- ④ 4期のうちで2番目に長い時間を要するのはS期である。

問3 すべての細胞が同じ一定の速度で均一に増殖している，問2とは別の動物の培養細胞集団に，DNAの成分となるチミジンの放射性同位体( $^3\text{H}$ -チミジン)を短時間与えたところ，S期の細胞のDNAが特異的に標識された。そこで，細胞集団を洗浄して細胞に取り込まれなかった放射性チミジンをすべて洗い流し，それを含まない液の中でさらに培養を続けた。そして，この1.8時間後・3.6時間後・5.4時間後に細胞を採取・固定し，オートラジオグラフィーと呼ばれる方法(放射性同位体に標識されて放射能をもつようになった細胞を検出する方法)を使い，各々の細胞が放射性同位体によって標識されたかどうかを顕微鏡を用いて調べた。

この培養細胞集団の $G_1$ 期・S期・ $G_2$ 期・M期に要する平均時間がそれぞれ8時間・6時間・3時間・1時間であり，標識に要した時間は無視できるものとする，1.8時間後・3.6時間後・5.4時間後の観察結果に関する記述として最も適切なものはどれか。次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

1.8時間後       3.6時間後       5.4時間後

- ① M期以外のほとんどすべての細胞が標識されていた。
- ② 全体のほぼ $\frac{1}{6}$ の細胞が標識されていたが，M期の細胞は標識されていなかった。
- ③ 全体のほぼ $\frac{1}{3}$ の細胞が標識されていたが，M期の細胞は標識されていなかった。
- ④ M期の細胞の，すべてではなく，一部が標識されていた。
- ⑤ M期の細胞のすべてが標識されていた。

2 呼吸に関する次の文を読み、下の問1～6に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

ある緑色植物の発芽種子(発芽直後でまだ光合成を行っていない状態)の酸素濃度と呼吸との関係を図1に示した。

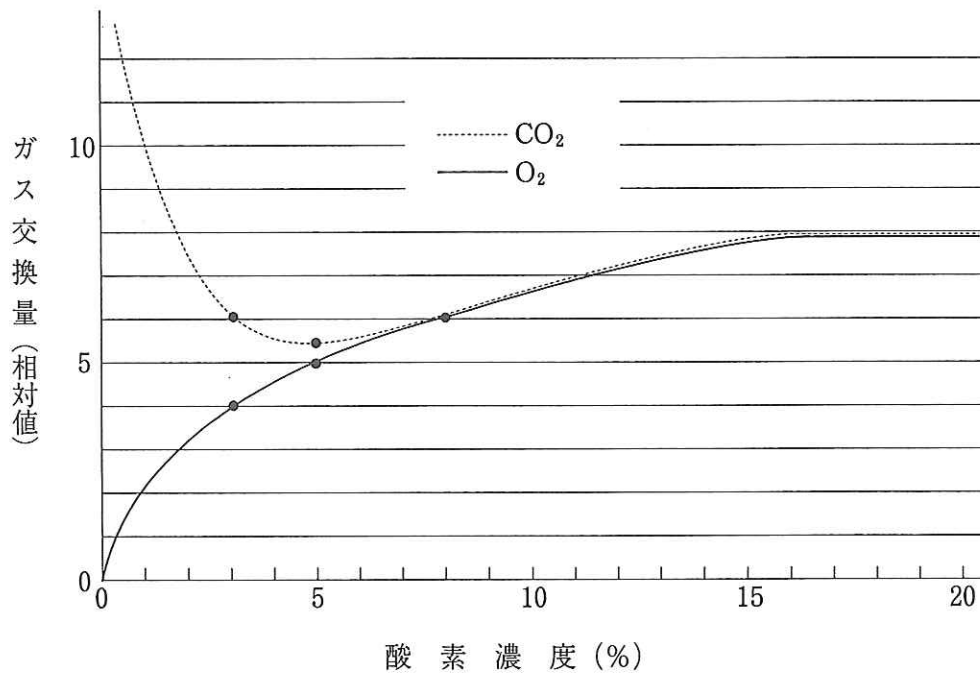


図1

呼吸に際しての  量に対する  量の比をRQ(呼吸商・呼吸率)といい、このRQを調べることによって呼吸に関するさまざまな情報を得ることができる。図1を見ると  ので、この植物が発芽後の光合成開始前に主に用いる呼吸基質が  であることがわかる。また、3%酸素濃度時のRQを求めることによって、3%時には好気呼吸の他に  も行われていることや、 の消費の割合についても  ことがわかる。

そしてさらに、この3%時のRQを5%時や8%時のRQと比較することによって、好気呼吸による  の消費の割合がちょうど  $\frac{1}{2}$  となる酸素濃度が  の間にあることもわかる。

問1 文中の **ア** および **イ** にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。 **1**

ア

イ

- |           |         |
|-----------|---------|
| ① 放出酸素    | 吸収二酸化炭素 |
| ② 放出二酸化炭素 | 吸収酸素    |
| ③ 吸収酸素    | 放出二酸化炭素 |
| ④ 吸収二酸化炭素 | 放出酸素    |

問2 文中の **ウ** にあてはまる文として最も適切なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 **2**

- ① RQが酸素濃度とともに変化する
- ② RQが酸素濃度にかかわらず一定である
- ③ 8%未満の低酸素濃度下ではRQが1より小さい
- ④ 8%未満の低酸素濃度下ではRQが1より大きい
- ⑤ 高い酸素濃度の下ではRQが1である

問3 文中の **エ** にあてはまる語句として最も適切なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **3**

- |            |              |
|------------|--------------|
| ① 脂肪とタンパク質 | ② タンパク質と炭水化物 |
| ③ 炭水化物と脂肪  | ④ 脂肪         |
| ⑤ タンパク質    | ⑥ 炭水化物       |

問4 文中の **オ** にあてはまる語句として最も適切なものはどれか。次の①～③のうちから一つ選びなさい。 **4**

- |        |           |      |
|--------|-----------|------|
| ① 乳酸発酵 | ② アルコール発酵 | ③ 解糖 |
|--------|-----------|------|

問5 文中の **カ** にあてはまる文として最も適切なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 **5**

- ① 好気呼吸がすべて消費した
- ② 好気呼吸による消費が  $\frac{2}{3}$  を占める
- ③ 好気呼吸による消費が  $\frac{1}{3}$  より大きく  $\frac{2}{3}$  未満である
- ④ 好気呼吸による消費が  $\frac{1}{3}$  を占める
- ⑤ 好気呼吸による消費が  $\frac{1}{3}$  未満である

問6 文中の **キ** にあてはまる文として最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。 **6**

- ① 0%以上3%未満
- ② 3%以上5%未満
- ③ 5%以上8%未満
- ④ 8%以上15%未満



(下書き用紙)

生物の試験問題は次に続く。

3

ヒトの遺伝に関する次の文を読み、下の問1～5に答えなさい。

[解答番号  ~  ]

図1はある遺伝病の有無に関する調査結果をまとめた家系図であり、一部についてはA B O式血液型の表現型も〔 〕内に併記してある。図1に示した4世代の間には新たな突然変異は起こらなかったことがわかっているものとする。

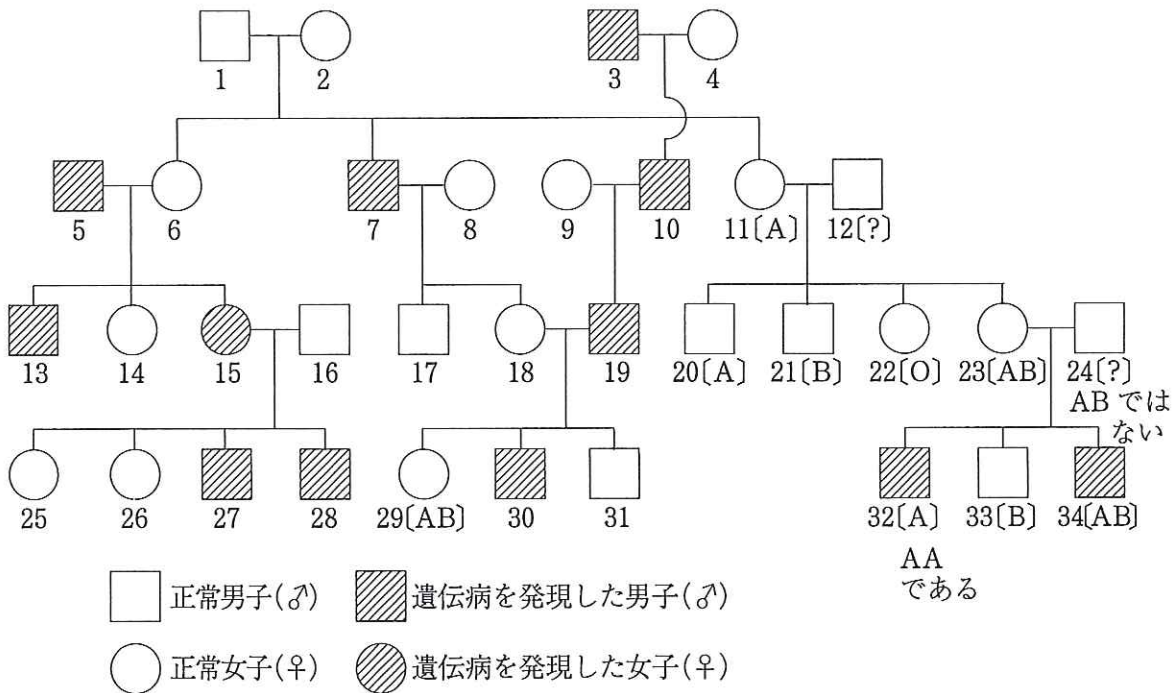


図1

問1 この遺伝病の遺伝様式として最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① 常染色体上の優性遺伝子による遺伝
- ② X染色体上の優性遺伝子による遺伝
- ③ X染色体上の劣性遺伝子による遺伝
- ④ Y染色体上の遺伝子による遺伝

問2 この遺伝病の家系図で問1で選んだもの以外の3つの遺伝様式を同時に否定できる親子関係が、次のア～エのうちにあるかないかを調べた。その結果として最も適切なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 2

(親の組合せ) (産まれた子供)

ア 1♂ × 2♀ → 6♀・7♂・11♀

イ 7♂ × 8♀ → 17♂・18♀

ウ 11♀ × 12♂ → 20♂・21♂・22♀・23♀

エ 15♀ × 16♂ → 25♀・26♀・27♂・28♂

3つの遺伝様式を同時に否定できる親子関係は

- ① ア～エのすべて、つまり4つである。
- ② ア～エのうちの3つである。
- ③ ア～エのうちの2つである。
- ④ アのみである。
- ⑤ イのみである。
- ⑥ ウのみである。
- ⑦ エのみである。
- ⑧ ア～エのうちにはない。

問3 27♂・28♂・30♂にこの遺伝病を発現させた遺伝子(病因遺伝子)が1♂・2♀・3♂・4♀・5♂・8♀・9♀のうちの誰に由来するかを調べた。その結果に関する記述として最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。 3

- ① 27♂と28♂の病因遺伝子は同一人物に由来するが、30♂の病因遺伝子は別の人物に由来するとわかる。
- ② 27♂と30♂の病因遺伝子は同一人物に由来するが、28♂の病因遺伝子は別の人物に由来するとわかる。
- ③ 27♂・28♂および30♂の病因遺伝子が同一人物に由来する可能性があるとうわかる。
- ④ 27♂・28♂および30♂の病因遺伝子がそれぞれ異なる人物に由来するとわかる。

問4 12♂と24♂のABO式血液型の遺伝子型として最も適切なものはどれか。  
 次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、24♂については  
 ABでないことが、32♂についてはAAであることがわかっているものとする。

12♂  24♂

- ① AA      ② AO      ③ BB  
 ④ BO      ⑤ AB      ⑥ OO

問5 29♀と33♂が結婚した場合、この遺伝病を発現し、かつ血液型がA型である男児が生まれる確率として最も適切なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- ① 0      ②  $\frac{1}{32}$       ③  $\frac{1}{16}$       ④  $\frac{1}{8}$   
 ⑤  $\frac{3}{16}$       ⑥  $\frac{1}{4}$       ⑦  $\frac{1}{2}$       ⑧ 1

(下書き用紙)

生物の試験問題は次に続く。

4 動物の反応と調節に関する次の文(A・B)を読み、下の問1～7に答えなさい。

[解答番号  ～  ]

A 図1に示したヒトの目において、  
光の受容器として働く部位は(d)で  
あるが、外界の物体の像を(d)に結  
ぶためには(a)→前眼房→  
→(c)→ガラス体などの光が通過す  
る部位の働きも重要である。目に入  
った光は主に(c)によって強く屈折し  
て(d)上に像を結ぶ。(b)は眼球  
内に入る光の量を調節し、光の量が多  
いときにはをさせる。

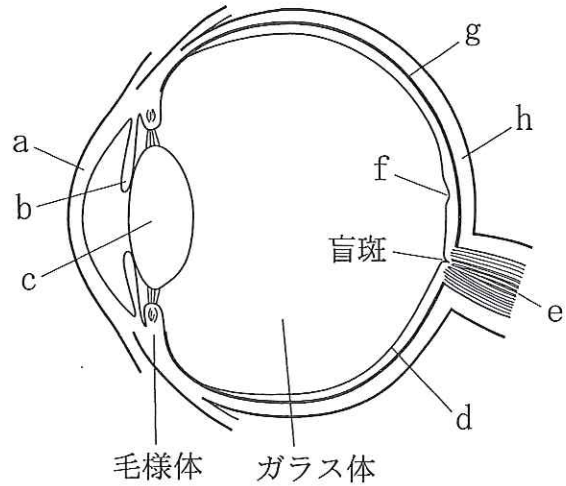


図1

(c)は毛様体の毛様筋の働きによって厚さを変化させて、焦点距離を調節する。  
物体の像が(d)上に結ばれず、(d)の前方に像を結ぶ屈折状態をとい  
い、遠方の物体の像が(d)の後方にできる状態をという。

ガラス体を通過した光は(d)に存在する視細胞を興奮させる。その視細胞には  
とという2種類があるが、はうす暗いところで働いて  
に反応し、は明るいところで働いての違いに反応する。  
は特に(f)付近に多く、周辺部になるにつれて減っていく。そのため、  
(f)付近に像を結ぶ場合に最も鮮明な像を得ることができる。

さまざまな光によって(d)上に生じた興奮が、(e)を介して大脳に伝えられ  
ることで、視覚という感覚が生じる。

問1 図1中の( a )・( b )・( g )・( h )にあてはまる構造体の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- |   | a  | b  | g   | h   |
|---|----|----|-----|-----|
| ① | 結膜 | 虹彩 | 網膜  | 脈絡膜 |
| ② | 角膜 | 瞳孔 | 脈絡膜 | 強膜  |
| ③ | 角膜 | 瞳孔 | 網膜  | 脈絡膜 |
| ④ | 角膜 | 虹彩 | 脈絡膜 | 強膜  |

問2 文中の  と  にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- |   | ア  | イ  | ア    | イ  |
|---|----|----|------|----|
| ① | 虹彩 | 収縮 | ② 瞳孔 | 縮小 |
| ③ | 虹彩 | 弛緩 | ④ 瞳孔 | 散大 |

問3 文中の  と  にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- |   | ウ  | エ  | ウ    | エ  |
|---|----|----|------|----|
| ① | 近視 | 遠視 | ② 近視 | 乱視 |
| ③ | 遠視 | 近視 | ④ 遠視 | 老眼 |

問4 文中の  ～  にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- |   | オ    | カ    | キ  | ク  |
|---|------|------|----|----|
| ① | 錐体細胞 | 桿体細胞 | 明暗 | 波長 |
| ② | 桿体細胞 | 錐体細胞 | 波長 | 明暗 |
| ③ | 桿体細胞 | 錐体細胞 | 明暗 | 波長 |
| ④ | 錐体細胞 | 桿体細胞 | 波長 | 明暗 |

B 成熟したネズミの甲状腺を摘出し、その4週間後からチロキシンを毎日一定量投与したところ、チロキシンおよび脳下垂体から分泌されるホルモンXの血中濃度は図2のような変化を示した。

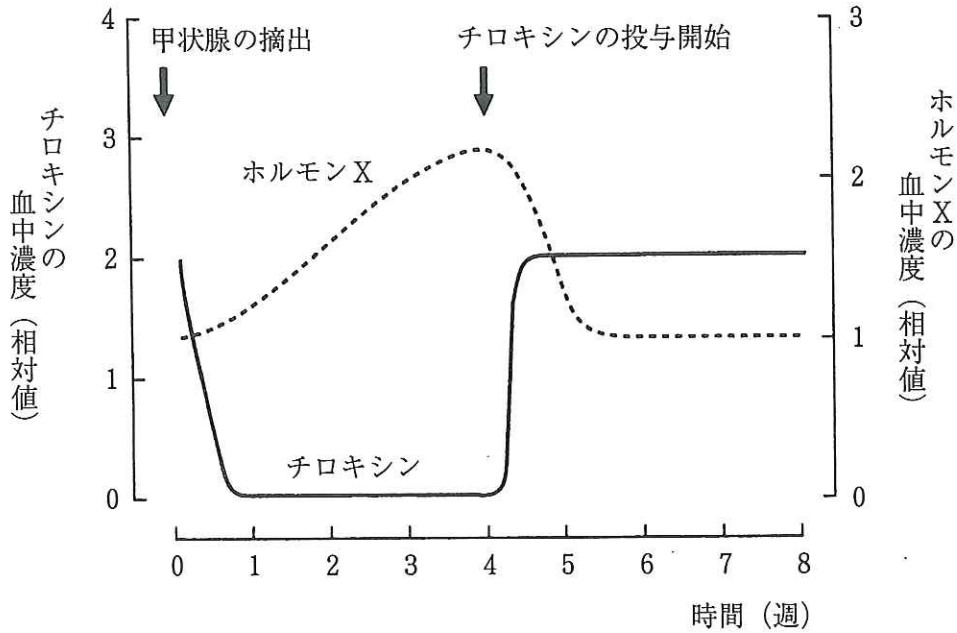


図2

問5 甲状腺を摘出したネズミに現れる症状として最も適切なものはどれか。次の

①～⑤のうちから一つ選びなさい。 5

- ① 飲む水の量が増え、尿量も著しく増える。
- ② 体重が次第に減り、尿にグルコースが排出されるようになる。
- ③ 動作が次第に緩慢になり、呼吸数が減少して体温が低下する。
- ④ 食べる餌の量が増え、体重も著しく増える。
- ⑤ 活動は盛んになるが、次第に体重が減って衰弱する。



問6 ネズミの脳下垂体を摘出した場合に見られる、チロキシンの血中濃度および甲状腺の重量の変化として最も適切なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① チロキシンの血中濃度は減り、甲状腺の重量も減る。
- ② チロキシンの血中濃度は減るが、甲状腺の重量は増える。
- ③ チロキシンの血中濃度は変化しないが、甲状腺の重量が減る。
- ④ チロキシンの血中濃度は変化しないが、甲状腺の重量が増える。
- ⑤ チロキシンの血中濃度は増えるが、甲状腺の重量は変化しない。
- ⑥ チロキシンの血中濃度は増え、甲状腺の重量も増える。

問7 甲状腺を摘出していない正常なネズミにチロキシンの合成を阻害する薬剤を投与した場合、ホルモンXの血中濃度および甲状腺の重量の変化として最も適切なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① ホルモンXの血中濃度は減り、甲状腺の重量も減る。
- ② ホルモンXの血中濃度は減るが、甲状腺の重量は増える。
- ③ ホルモンXの血中濃度は変化せず、甲状腺の重量も変化しない。
- ④ ホルモンXの血中濃度は変化しないが、甲状腺の重量は増える。
- ⑤ ホルモンXの血中濃度は増えるが、甲状腺の重量は減る。
- ⑥ ホルモンXの血中濃度は増え、甲状腺の重量も増える。

5 発生および遺伝子と形質発現に関する次の文(A・B)を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

A イモリの胚については、フォークト(ドイツ)が用いた局所生体染色法などによって、胞胚や原腸胚について図1のような原基分布図(予定運命図)が作られている。さらに、シュペーマンら(ドイツ)は、初期原腸胚の  を別の同じ時期の胚の予定腹側表皮域に移植すると、尾芽胚期に腹側にも本来の胚(一次胚)とは別の二次胚(少し小さい尾芽胚)が生じることを示した。

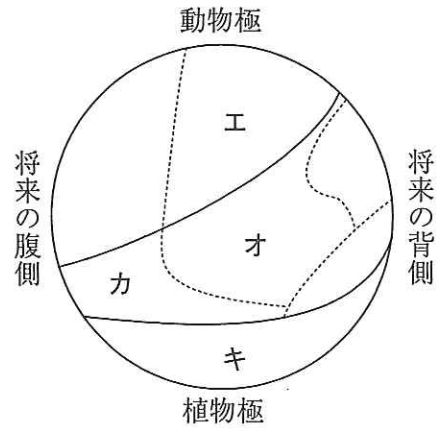


図1

このように、胚の一部が別の部分に働きかけて特定の方向へと分化させる現象を誘導といい、  のような領域を特に形成体という。

形成体による誘導とその連鎖は器官形成に不可欠である。例えば、目の形成の際には、一次形成体である  によって誘導された神経管の前方部分が膨らんで脳になり、後方部分は脊髄になる。そして、脳の両側に眼胞という膨らみができて、その先端部がくぼんで杯状の眼杯になる。この眼杯が二次形成体として表皮に働きかけて  を誘導し、さらにこの  が三次形成体として表皮に働きかけて  を誘導する。

問1 文中の **ア** ~ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①~④のうちから一つ選びなさい。 **1**

- |   | ア     | イ   | ウ   |
|---|-------|-----|-----|
| ① | 原口背唇部 | 網膜  | 水晶体 |
| ② | 腹側中胚葉 | 水晶体 | 網膜  |
| ③ | 背側中胚葉 | 網膜  | 角膜  |
| ④ | 原口背唇部 | 水晶体 | 角膜  |

問2 図1のエ~キの予定域から生じる組織または器官の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①~④のうちから一つ選びなさい。 **2**

- |   | エ    | オ   | カ   | キ     |
|---|------|-----|-----|-------|
| ① | 運動神経 | 骨格筋 | 心臓  | 甲状腺   |
| ② | 感覚神経 | 平滑筋 | 生殖腺 | すい臓   |
| ③ | 汗腺   | 真皮  | 腎臓  | 消化管上皮 |
| ④ | 交感神経 | 脊椎骨 | 骨格筋 | 肝臓    |

問3 下線部については、二次胚の大部分は宿主(移植を受けた胚)の細胞から生じ、残りは移植片の細胞から生じることもわかっている。こ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。次の①~④のうちから一つ選びなさい。

**3**

- ① 二次胚の神経管と脊索は移植片から誘導された部位である。
- ② 移植片は本来内胚葉になる予定であったが、宿主の組織からの働きかけによって中胚葉になった。
- ③ 移植片からの働きかけによって、宿主の未分化な領域が本来の予定とは異なる組織や器官に分化した。
- ④ 移植片を初期神経胚の腹側表皮域に移植すると、まず宿主が尾芽胚になり、それに遅れて二次胚(少し小さい尾芽胚)が生じた。

B 目の形成が途中で停止してしまうイモリの変異体が見つかったので、この変異体についてよく調べたところ、ある遺伝子Xの機能が完全に欠損していることがわかった。そこで、この遺伝子Xの働きを詳しく調べるために、正常な胚(野生型)の眼胞と遺伝子Xの機能が完全に欠損している胚(欠損型)の眼胞とを、野生型の頭部表皮下と欠損型の頭部表皮下にいろいろな組合せで移植した。そして、その後の発生を観察し、移植片の周囲に  が形成されるかどうかを調べた。表1にその実験内容と実験結果をまとめた。

表1

実験	移植した眼胞	眼胞を移植された胚	<input type="text" value="イ"/> の形成
1	野生型	野生型	あり
2	野生型	欠損型	なし
3	欠損型	野生型	あり
4	欠損型	欠損型	なし

問4 遺伝子Xの働きに関する記述として最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① 眼胞が眼杯になるために必要な遺伝子である。
- ② 眼胞から生じる眼杯が表皮に働きかけるために必要な遺伝子である。
- ③ 眼杯からの働きかけを受けた表皮が  に分化するために必要な遺伝子である。
- ④ 眼胞から生じた眼杯が表皮に働きかけるためにも、働きかけを受けた表皮が  に分化するためにも必要な遺伝子である。

問5 遺伝子Xの産物について調べてみたところ、欠損型がつくるタンパク質の分子量は野生型がつくるタンパク質の分子量の約半分に変化しており、これが原因でそのタンパク質が全く機能しないことがわかった。そこで、野生型と欠損型の遺伝子Xから転写されたmRNAの塩基配列を調べてみると、mRNAの中央付近に次のような違いが見つかった。

野生型 5' ... CGGUGAAAUAUAAGAAUGGG ... 3'

欠損型 5' ... CGGUGAAAUAAAGAAUGGGC ... 3'

欠損型のタンパク質の機能が失われた理由に関する記述として最も適切なものはどれか。次のコドン表を参考にして、下の①～④のうちから一つ選びなさい。

5

(コドン表) mRNA の遺伝暗号表

		第 2 塩 基					
		U	C	A	G		
第 1 塩 基	U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U	第 3 塩 基
		ロイシン		終 止	終 止	C	
	C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	A	
				グルタミン		G	
A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U		
	メチオニン(開始)		リシン	アルギニン	C		
G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	A		
			グルタミン酸		G		

- ① 1塩基の置換によって、中央付近のイソロイシンがリシンに変化した。
- ② 1塩基の置換によって、中央付近のリシンの次のアミノ酸を指定していたコドンが終止コドンに変化した。
- ③ 1塩基の欠失によって、中央付近のイソロイシンを指定していたコドンが終止コドンに変化した。
- ④ 1塩基の欠失によって、中央付近のチロシンを指定していたコドンが終止コドンに変化した。