

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 動物の配偶子形成に関する次の文章を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

動物の有性生殖では配偶子である、ア精子と卵が合体し、新しい個体に発生していく。配偶子は減数分裂を経て作られ、この過程では、イ染色体の乗換えが起こるため、遺伝的に多様な配偶子が作られる。

このようにして作られた卵に精子が近づき、精子が卵に進入すると、精子は精核となり卵の核(卵核)と融合し一つの核となる。このように融合する卵核は減数分裂を終えた核であるが、精子が卵に進入する時期は動物によって異なっている。例えば、バフンウニでは、卵巣から減数分裂を完了した卵が放出(放卵)され、精子が進入するが、ヒトでは、ウ減数分裂第二分裂中期の卵が卵巣から排出(排卵)され、精子が卵に進入する。ただし、ヒトの精核は、卵が減数分裂を終えるのを待って、卵核と融合する。

図1は精巣で作られた精子の模式図であり、図2は卵巣で卵原細胞から卵細胞ができるまでの過程を模式的に示したものである。

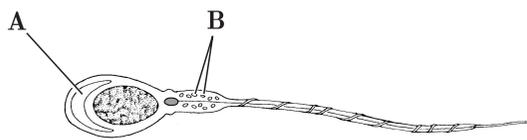


図 1

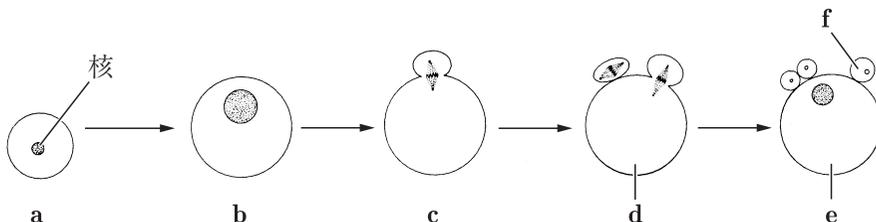


図 2

問1 下線部アの精子について、図1にA, Bで示した各構造と関係の深い細胞小器官として最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

A B

- | | | |
|-----------|-------|--------|
| ① 核 | ② 液胞 | ③ ゴルジ体 |
| ④ ミトコンドリア | ⑤ 中心体 | ⑥ 核小体 |

問2 図2の卵形成過程のうち、fを何というか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- | | | |
|-------|-------|------|
| ① 核小体 | ② 極体 | ③ 極核 |
| ④ 細胞体 | ⑤ 接合子 | |

問3 下線部イの染色体の乗換えは、図2のa～fのどの細胞で観察できるか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-----|
| ① a | ② b | ③ c | ④ d | ⑤ e |
| ⑥ a, b | ⑦ b, c | ⑧ c, d | ⑨ d, e | |

問4 ある生物の体細胞の染色体と、その染色体上にある3組の対立遺伝子 **A** と **a**、**B** と **b**、**D** と **d** を図3に示した。この生物が減数分裂によって配偶子を作ると、何種類の遺伝子型をもつ配偶子ができるか。(i)減数分裂の過程で染色体の乗換えが起こらなかった場合と、(ii)減数分裂の過程で遺伝子 **A** と **B** の間に染色体の乗換えが1回だけ起こった場合の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 5

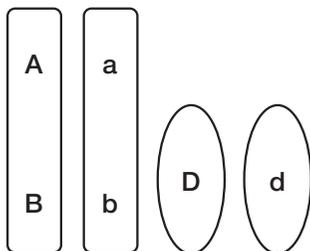


図 3

	(i)	(ii)	(i)	(ii)	(i)	(ii)		
①	2	4	②	2	6	③	2	8
④	4	6	⑤	4	8	⑥	4	10
⑦	6	8	⑧	6	10	⑨	6	12

問5 下線部ウで示した卵は、図2の **a**～**e**のうちどれに相当するか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① **a** ② **b** ③ **c** ④ **d** ⑤ **e**

問6 精子の核に含まれるDNA量を1とすると、ウニとヒトでは、精子が進入した直後の卵に含まれるDNA量はそれぞれいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ウニ 7 ヒト 8

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問7 精子形成に関する記述として誤っているものを，次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。

9

10

- ① 一次精母細胞は減数分裂の過程で均等分裂を行う。
- ② 二次精母細胞は DNA の複製を行わない。
- ③ 減数分裂の第一分裂に入ると，一次精母細胞は染色体を複製する。
- ④ 染色体数が $2n$ (複相)である一次精母細胞では，減数分裂の第一分裂終了後に染色体数が n (単相)となる。
- ⑤ 減数分裂の分裂ごとに細胞質を捨てるので，精子は細胞質をほとんどもたない。
- ⑥ 800 個の精子を作るには，少なくとも 200 個の一次精母細胞が必要である。

第2問 生物の観察に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～8)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A 地球上には数千万種とも言われる多様な生物が存在している。このような多様な生物はさまざまな違いをもっているが、共通の祖先から進化してきたので全ての生物に共通する性質ももっている。その一つとしてア生物の体が細胞で構成されていることがあげられる。細胞は大きなものではニワトリの卵細胞のように3 cmにも及ぶものがあるが、肉眼では見えないぐらいに小さいものが多い。そのため、しばしば顕微鏡が用いられる。光学顕微鏡では対物レンズがステージ上の材料を4～100倍に拡大し、接眼レンズがこの像をさらに5～20倍に拡大する。そのため、顕微鏡の倍率は対物レンズの倍率と接眼レンズの倍率ので表すことができる。

ゾウリムシの構造を顕微鏡で観察するときには、ゾウリムシが移動して視野から外れてしまわないように、培養液にを滴下する。すると、ゾウリムシは死ぬことはないがの動きは鈍くなり、移動が緩慢になったり、移動しなくなるので観察しやすくなる。このゾウリムシをホールスライドガラスにとりカバーガラスをかけてプレパラートを作り、接眼レンズ10倍、対物レンズ10倍をセットした顕微鏡を用いてピントをあわせた。その後、さらにゾウリムシを拡大するために、対物レンズを40倍に交換してピントを合わせた。このとき、この対物レンズの長さはが、プレパラート表面から対物レンズを取り付けたレボルバーまでの距離は、。そのため、ゾウリムシを封入したプレパラート表面から対物レンズの先端までの距離は。この状態でゾウリムシを観察すると、対物レンズを交換する前に比べてゾウリムシの長径(ゾウリムシの細胞で最も長い部分)はおよそ倍に見えた。また、培養液には、あらかじめ朱液(朱色の墨汁)を少量滴下しておいたので、ゾウリムシは朱液を取り込んでおり、朱色になったが複数観察できた。さらに、細胞内にはも観察でき、観察している間、盛んに収縮を繰り返していた。

問1 下線部アについて、次のa～eの細胞に共通してみられる構造として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

a 大腸菌 b 赤血球 c 孔辺細胞 d ヒトの口腔上皮 e 酵母(菌)

① 核 ② ミトコンドリア ③ 葉緑体 ④ 細胞膜 ⑤ 細胞壁

問2 前ページの文章中の イ に入る語として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

① 和 ② 比 ③ 積 ④ 差

問3 前ページ文章中の ウ・エ に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

	ウ	エ		ウ	エ
①	酢酸オルセイン	ベン毛	②	酢酸オルセイン	繊毛
③	リンガー液	ベン毛	④	リンガー液	繊毛
⑤	塩化ニッケル	ベン毛	⑥	塩化ニッケル	繊毛

問4 前ページ文章中の オ ～ キ に入る記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。オ 4 カ 5 キ 6

- ① 対物レンズの倍率が高くなるほど長くなる
- ② 対物レンズの倍率が高くなるほど短くなる
- ③ 対物レンズの倍率に比例する
- ④ 対物レンズの倍率に反比例する
- ⑤ 対物レンズの倍率に関わらずほぼ一定である

生物基礎・生物

問5 34 ページ文章中の に入る数値として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 4 ② 10 ③ 40 ④ 100 ⑤ 400

問6 34 ページ文章中の ・ に入る構造の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | ケ | コ | | ケ | コ |
|---|-----|----|---|-----|-----|
| ① | 核 | 食胞 | ② | 核 | 収縮胞 |
| ③ | 食胞 | 核 | ④ | 食胞 | 収縮胞 |
| ⑤ | 収縮胞 | 核 | ⑥ | 収縮胞 | 食胞 |

B ゾウリムシの長径を測定するには、マイクロメーターを使用しなければならない。マイクロメーターには2種類あり、ゾウリムシを測定するときには接眼マイクロメーターのみを用いるので、このマイクロメーターの1目盛りの長さを、対物マイクロメーターを用いて測っておく必要がある。例えば、接眼レンズ10倍、対物レンズ10倍で2種類のマイクロメーターを見たところ、図1のように見えた。

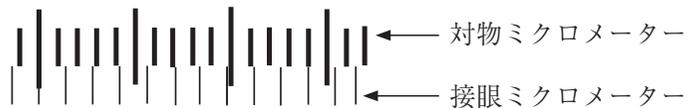
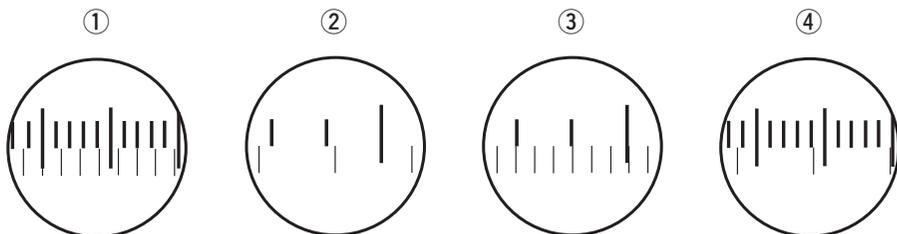


図 1

問7 接眼レンズが10倍、対物レンズが10倍であるとき、図1の接眼マイクロメーターの1目盛りは何 μm か。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、対物マイクロメーターの1目盛りは $10\mu\text{m}$ とする。 μm

- ① 0.7 ② 1.4 ③ 7 ④ 14 ⑤ 70 ⑥ 140

問8 図1のように観察できた2種類のマイクロメーターは、対物レンズを40倍に変えるとどのように見えると考えられるか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、選択肢の図に示された○は顕微鏡の視野を示している。



第3問 反射に関する次の文章を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

ヒトは目の前にものが飛んでくると、瞬間的に目をつぶってしまう。この反応は反射と呼ばれる。体内で起こるさまざまな反射は、その刺激が を経由しないで起こるので、意識することなく身体を適切な状態に保つことができる。反射には、自律神経が関与するものもある。例えば、暖かい部屋から急に気温の低い屋外に出ると、皮膚の温度受容器が低温を感知し、体温調節中枢である を経由して交感神経によって立毛筋や皮膚の血管を収縮させる現象である。

また、別の反射の一つに図1に示した例もある。この反射では、膝の下をたたくことによって、 が引き延ばされ、太ももの前側にある大腿四頭筋が引き伸ばされる。このとき、大腿四頭筋が引き伸ばされたことを受容器である が受容し、この受容器に生じた興奮を神経 a に伝える。この神経 a は脊髄内でシナプスを隔てて、神経 b に興奮を伝える。さらに興奮は神経 b によって大腿四頭筋に伝えられ、この筋肉の収縮が されて足が跳ね上がるのである。

しかし、足がスムーズに跳ね上がるためには、伸筋である大腿四頭筋だけでなく、同時に太ももの裏側にある大腿二頭筋の収縮も制御されなければならない。屈筋である大腿二頭筋につながる神経 d を刺激すると大腿二頭筋の収縮が され、足が る。そのため、足が跳ね上がる反射では関節などを痛めずに足を上げるために、大腿四頭筋の収縮が されたときに、大腿二頭筋の収縮が されなければならない。そこで、受容器に生じた興奮は神経 a から神経 b に伝わると同時に、神経 a から神経 c を介して神経 d に伝わり、この神経 c が神経 d の興奮を することによって大腿二頭筋の収縮を しているのである。

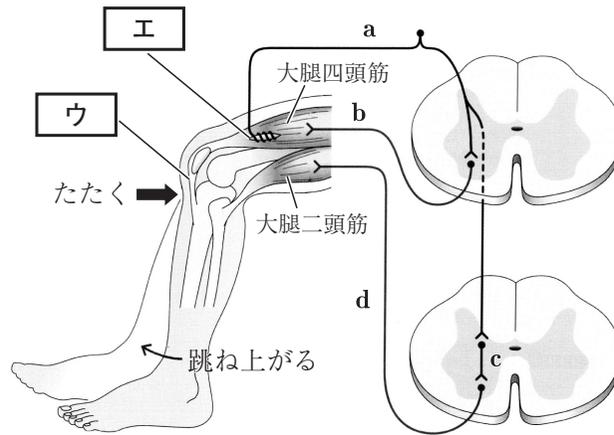


図 1

問1 前ページ文章中の ・ に入る中枢神経として最も適当なものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ア イ

- ① 大 脳 ② 中 脳 ③ 間 脳 ④ 延 髄 ⑤ 小 脳

問2 前ページ文章中と図1の ・ に入る語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ウ エ

- ① 紡錘体 ② 筋紡錘 ③ 収縮胞 ④ 内分泌腺 ⑤ 腱

生物基礎・生物

問3 38 ページ文章中の下線部で示した部分では、興奮はどのように伝えられるか。
最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 神経 a を流れてきた微弱な電流がすき間を流れ、神経 b に興奮が伝えられる。
- ② 神経 a が伸長して神経 b と接着することで、興奮が伝えられる。
- ③ 神経 a の末端が正に、神経 b が負になっていた電位が逆転し、神経 b に興奮が伝えられる。
- ④ 神経 a から分泌された酵素が神経伝達物質を分解して、神経 b に興奮が伝えられる。
- ⑤ 神経 a から分泌された神経伝達物質が神経 b に受容され、神経 b に興奮が伝えられる。

問4 38 ページ文章中の オ ・ カ に入る語の組合せとして最も適当なものを、
次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- | | オ | カ | | オ | カ |
|---|----|----|---|----|----|
| ① | 促進 | 曲が | ② | 促進 | 伸び |
| ③ | 抑制 | 曲が | ④ | 抑制 | 伸び |

問5 38 ページ文章中の キ ・ ク に入る語の組合せとして最も適当なものを、
次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- | | キ | ク | | キ | ク |
|---|----|----|---|----|----|
| ① | 促進 | 促進 | ② | 促進 | 抑制 |
| ③ | 抑制 | 促進 | ④ | 抑制 | 抑制 |

問6 図1の反射において、脊髓のすぐ近くで背根を切断すると反射が見られなくなった。その理由として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

8

- ① 感覚神経の細胞体が壊れてしまい、反射弓が途切れてしまったため。
- ② 感覚神経の軸索が切断されて、反射弓が途切れてしまったため。
- ③ 感覚神経と運動神経の接合部が切断されて、反射弓が途切れてしまったため。
- ④ 運動神経の細胞体が壊れてしまい、反射弓が途切れてしまったため。
- ⑤ 運動神経の軸索が切断されて、反射弓が途切れてしまったため。

問7 神経細胞は複数の細胞が接合して興奮を伝えており，その一例として図2に三つの神経細胞を示した。S点で刺激を加えると，R1では13.2ミリ秒後に刺激を受容し，R2では25.7ミリ秒後に刺激を受容した。各神経細胞で軸索を興奮が伝導する速度や，シナプスを興奮が伝わるのにかかる時間は同じであると仮定し，(i)軸索を興奮が伝導する速度[m/秒]と，(ii)神経末端の興奮がシナプスを経て次の神経細胞の細胞体に伝わるのにかかる時間[ミリ秒]として最も適当な数値を，下のそれぞれの解答群①～⑥のうちから一つずつ選べ。

(i) 9 [m/秒] (ii) 10 [ミリ秒]

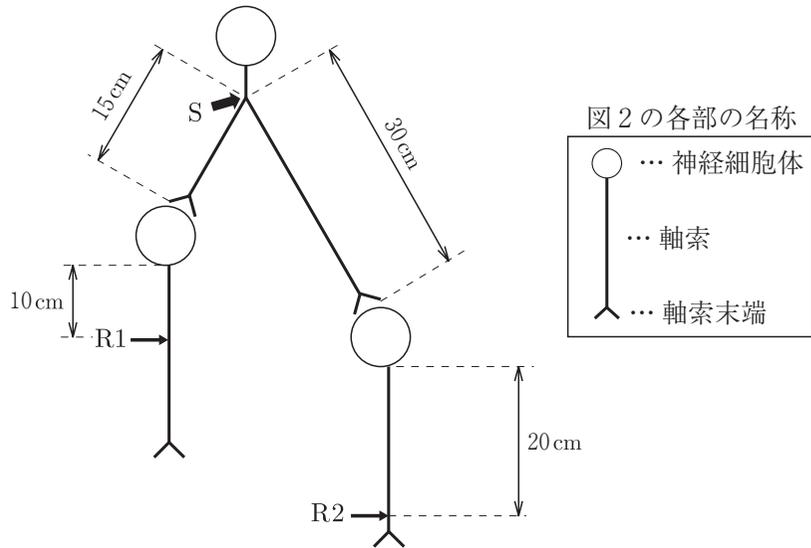


図 2

9 の解答群

- ① 0.5 ② 1.9 ③ 2 ④ 5 ⑤ 19 ⑥ 20

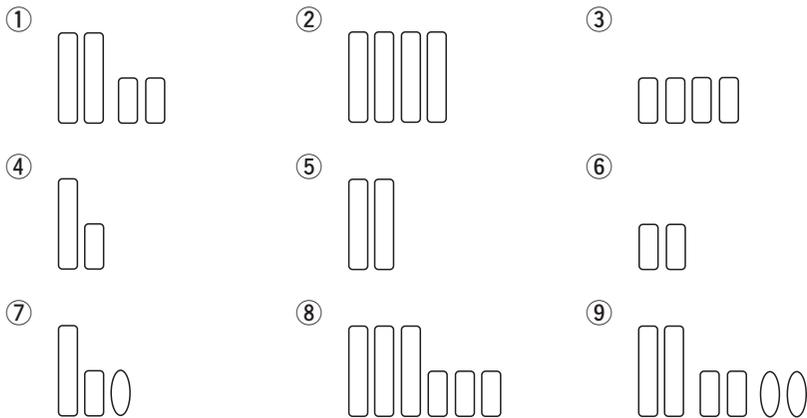
10 の解答群

- ① 0.1 ② 0.3 ③ 0.5 ④ 0.7 ⑤ 0.9 ⑥ 1.1

第4問 植物の受精と発芽に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 自家受精を行うある植物の雄しべで作られた花粉が、雌しべの柱頭につくと発芽して花粉管を伸ばす。この中に作られた2個の精細胞のうち一つが卵と受精してア受精卵となり、さらに、もう一つの精細胞は中央細胞と融合してイ胚乳核をもつ細胞となる。このような受精様式はウ重複受精と呼ばれている。受精卵や胚乳核をもつ細胞は、分裂を繰り返して、やがて前者が胚に、後者が胚乳になる。こうして が種子となると、胚はいったん発生や成長が停止し、休眠に入る。

問1 下線部ア・イの受精卵と胚乳核をもつ細胞にはどのような染色体が含まれるか。ある植物の体細胞の核に含まれる染色体数を $2n = 4$ とし、受精卵と胚乳核をもつ細胞の核に含まれる染色体として最も適当なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、選択肢の図は複製前の染色体を模式的に表しており、相同染色体を同形同大の図として表している。受精卵 胚乳



問2 下線部ウの重複受精を行うある植物は、赤い色素を作る遺伝子 R と赤い色素を作れない遺伝子 r をもつ。この遺伝子 R は r に対して優性であり、R が一つでもあれば赤い色素が合成され、細胞は赤くなるが、r しかないときは細胞は白くなる。この植物のうち遺伝子型が Rr である個体が自家受精を行ったとき、生じる受精卵と胚乳核をもつ細胞の色について最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 受精卵が赤いときには、胚乳核をもつ細胞は全て赤くなる。
- ② 受精卵が赤いとき、胚乳核をもつ細胞は赤いものと白いものが 3 : 1 の比で得られる。
- ③ 受精卵が赤いとき、胚乳核をもつ細胞は赤いものと白いものが 1 : 2 の比で得られる。
- ④ 受精卵が赤いとき、胚乳核をもつ細胞は赤いものと白いものが 1 : 1 の比で得られる。
- ⑤ 受精卵が赤いとき、胚乳核をもつ細胞は全て白くなる。

問3 下線部ウの重複受精を行わない植物を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

4

- ① ナズナ ② トウモロコシ ③ コメ ④ カキ ⑤ マツ

問4 前ページ文章中の エ に入る語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 子葉 ② 胚珠 ③ 珠皮 ④ 子房 ⑤ 卵細胞

生物基礎・生物

B 完成した種子は、ある程度の休眠期間を経ると発芽できる状態になる。種子が発芽するには水や、適切な温度、酸素などが必要だが、光発芽種子と呼ばれる種子は光も必要とする。植物 A の種子は光発芽種子の一つである。この植物 A の種子に暗所で吸水させた後、白色光を 5 分間照射、または照射せずに、再び暗所で 2 週間培養した。この実験をさまざまな温度で行い、図 1 の結果を得た。

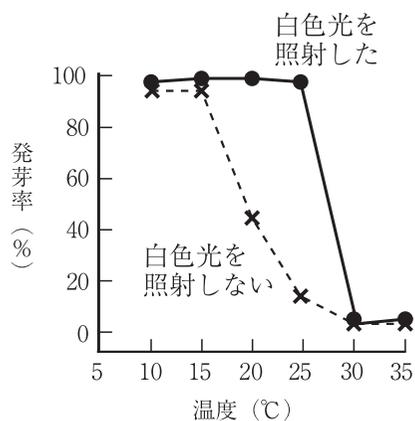


図 1

オ 暗所で吸水させた植物 A の種子に、白色光の代わりに **カ** を 5 分間照射し、暗所で培養すると発芽率は 97% となったが、**カ** の代わりに **キ** を照射したり、**カ** を照射した直後に **キ** を照射すると、その後、暗所で培養しても発芽率は 3% 程度にしかならない。このような光による発芽の制御には、種子に含まれるタンパク質 B が関与していることがわかってきた。このタンパク質 B には B1 型と B2 型があり、B1 型が **カ** を受容すると B2 型となり、B2 型が **キ** を受容すると B1 型となる。このタンパク質 B の **ク** 型が種子内で増加すると、種子は発芽に向かって特定の遺伝子を活性化し始める。その結果、植物ホルモン C の濃度が **ケ** し、ホルモン D の濃度が **コ** して、種子は発芽を始めるのである。図 2・図 3 は種子に **カ** と **キ** をそれぞれ照射したとき、種子に見られるホルモン C と D の濃度変化を時間を追って調べた結果である。

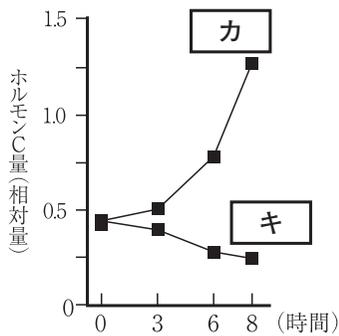


図 2

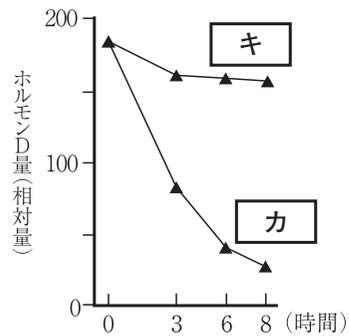


図 3

問 5 下線部オの実験は何℃で行えばよいか。図 1 を参考に最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **6** ℃

- ① 10 ② 15 ③ 25 ④ 30 ⑤ 35

生物基礎・生物

問6 前ページ文章中および図2・図3の **カ**・**キ** に入る光の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **7**

- | | カ | キ | | カ | キ |
|---|------|-----|---|------|------|
| ① | 赤色光 | 紫外線 | ② | 赤色光 | 遠赤色光 |
| ③ | 紫外線 | 赤色光 | ④ | 紫外線 | 遠赤色光 |
| ⑤ | 遠赤色光 | 紫外線 | ⑥ | 遠赤色光 | 赤色光 |

問7 前ページ文章中の **ク**～**コ** に当てはまるタンパク質の型と語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **8**

- | | ク | ケ | コ | | ク | ケ | コ |
|---|----|----|----|---|----|----|----|
| ① | B1 | 増加 | 増加 | ② | B1 | 増加 | 減少 |
| ③ | B1 | 減少 | 増加 | ④ | B1 | 減少 | 減少 |
| ⑤ | B2 | 増加 | 増加 | ⑥ | B2 | 増加 | 減少 |
| ⑦ | B2 | 減少 | 増加 | ⑧ | B2 | 減少 | 減少 |

問8 前ページ文章中の植物ホルモンC、Dは種子の発芽を促進または抑制するはたらきをもつ。この植物ホルモンの名称として最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

植物ホルモンC **9** 植物ホルモンD **10**

- | | | | | | |
|---|-------|---|--------|---|---------|
| ① | ジベレリン | ② | オーキシシン | ③ | サイトカイニン |
| ④ | エチレン | ⑤ | アブシシン酸 | ⑥ | フロリゲン |