

生 物 I

(全 問 必 答)

第1問 細胞に関する次の文章を読み、各問い(問1～8)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

生物は ア 原核生物と真核生物 の二つのグループに大きく分けることができる。また、真核生物は緑色植物に代表される植物、カビなどを含む菌類、ヒトを含む動物の三つのグループに分けることができる。真核生物の各グループでは栄養のとり方が異なっている。植物は一般に、炭水化物やタンパク質などの生活に必要な有機物質を無機物質からつくることができる。これに対して菌類や動物は無機物質から有機物質を合成することはできず、生活に必要な有機物質を体の外からとり入れて生活している。

一方、真核生物も原核生物も細胞で構成されており、さまざまな反応が細胞内の特定の場所で行われている。図1はある細胞の模式図であり、次の(a)～(d)はこの細胞の構造についての説明である。

- (a) イ 遺伝子の本体である DNA を含み、内部は酢酸カーミンで赤く染まる。DNA は4種類の構成単位からなり、これらが多数連なった2本の鎖がらせん状にねじれた構造をしている。2本の鎖の間では ウ 特定の構成単位どうしが弱い結合で結ばれている。
- (b) ナトリウムポンプとよばれる仕組みをもち、この仕組みによって細胞内の 濃度が細胞外よりも高く、 濃度が低くなっている。
- (c) 細胞内で合成された分泌物質はこの細胞小器官に運ばれた後、その一部から小胞が形成されて細胞外に分泌される。
- (d) 有機物を分解してエネルギーを取り出すはたらきをもつ。

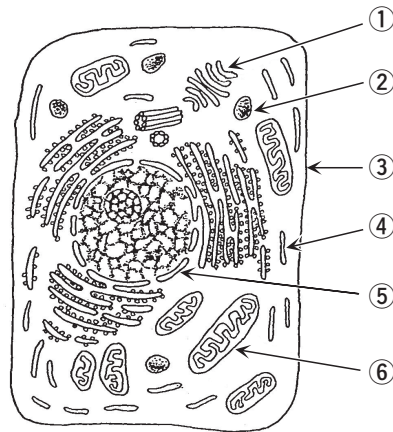


図 1

問1 下線部アで示された原核生物と真核生物に、共通に見られる細胞構造として最も適当なものを、図1の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

問2 図1の細胞構造をもつ生物や細胞として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① ネンジュモ ② ミドリムシ ③ オオカナダモの葉の細胞
 ④ アフリカツメガエルの肝臓細胞 ⑤ ヒトの赤血球

問3 文章(c)の特徴をもつ構造の名称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

- ① 液胞 ② ゴルジ体 ③ 食胞
 ④ 収縮胞 ⑤ 有色体 ⑥ 中心体

問4 文章(d)は図1に示されたどの構造の特徴を示しているか。最も適当なものを、図1の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

生物 I

問5 下線部イで示された DNA が遺伝子の本体であることを明らかにした研究に、用いられた材料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 T₂ファージ ② 酵母菌 ③ ショウジョウバエ
④ エンドウ ⑤ アカパンカビ

問6 問5で答えた材料を用いて DNA が遺伝子の本体であることを明らかにした実験を、行った人の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

6

- ① ワトソン，クリック ② アベリー，グリフィス
③ ダーウィン，ウエント ④ シュワン，シュライデン
⑤ ハーシー，チェイス

問7 下線部ウで示された DNA の弱い結合で結ばれている構成単位の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

7

- ① A と C ② A と G ③ A と N ④ A と T
⑤ A と Y

問8 26ページ文章中の **工**・**オ** に入る物質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。

8

- | | 工 | オ | | 工 | オ |
|---|-------|-------|---|-------|-------|
| ① | カルシウム | ナトリウム | ② | カリウム | ナトリウム |
| ③ | カルシウム | カリウム | ④ | ナトリウム | カルシウム |
| ⑤ | ナトリウム | カリウム | ⑥ | ナトリウム | グルコース |

第2問 動物の配偶子形成と受精に関する次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

動物では卵と精子が合体した受精卵が ア 卵割を繰り返し、多細胞の胚となり、完全な個体に発生する。精子や卵を作る細胞は発生の初期に体を構成する細胞とは区別されて 細胞とよばれる。

大部分の動物では雄の場合、 細胞が精巣内に入り、a 分裂を行う。こうして生じた細胞のうち、一部が成長して一次精母細胞となる。この細胞が b 分裂を行い、生じた細胞が変形して精子となる。一方、雌では 細胞が卵巣内に入り、c 分裂を行う。こうして生じた細胞が成長して一次卵母細胞となる。この細胞が d 分裂を行い生じた細胞が卵と極体である。

ウニでは、集めた卵に薄めた精子を加えると、精子は卵に集まる。ウニ卵は図1のように、細胞膜の周りを卵膜が囲み、その外側をゼリー層が取り囲んだ構造をしており、精子がゼリー層に触れると、精子の頭部にある先体が破裂して、内部にあった物質が放出される。その後、精子は先端に ウ 突起を伸ばしながら、卵に近づいていく。精子の先端が卵膜に接着したのち、先端は卵の細胞膜に到達し、精子と卵の細胞膜が融合する。この部分から卵の周りに エ 受精膜がもちあがり、受精卵の周りを囲むようになる。

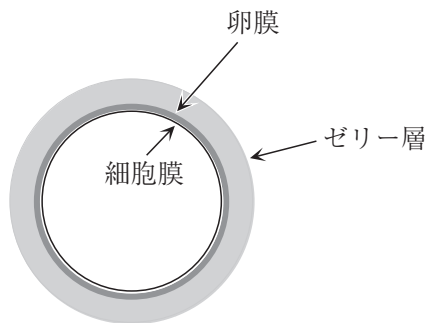


図 1

問1 下線部アに関して、ウニの卵割期に見られる現象として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 胚を構成する割球がほぼ同時に分裂していく。
- ② 分裂ごとに割球が小さくなっていく。
- ③ 分裂速度は体細胞分裂よりも大きい。
- ④ 第3卵割は緯割する。
- ⑤ 16細胞期の胚を構成する割球の大きさは全て等しい。

問2 前ページ文章中の に入る語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 精 ② 雄原 ③ 始原生殖
- ④ 精原 ⑤ 雄性

問3 二重下線部 a～d で示された分裂のうち、減数分裂に相当するものとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

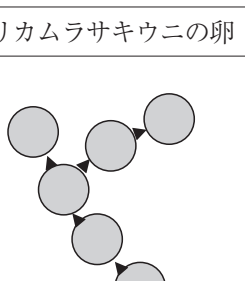
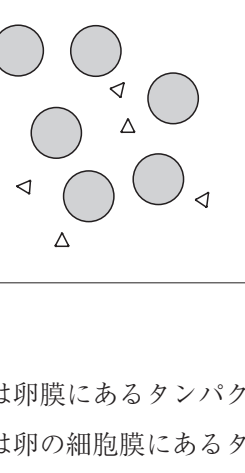
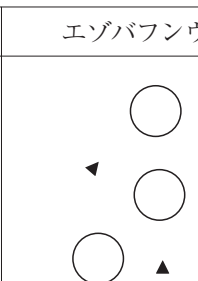
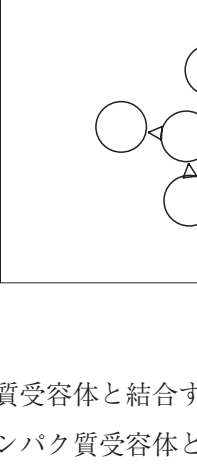
- ① a ② b ③ c ④ d
- ⑤ a, c ⑥ a, d ⑦ b, c ⑧ b, d

生物 I

問4 下線部ウにはタンパク質 B が含まれている。アメリカムラサキウニとエゾバフンウニの精子先端から、このタンパク質 B を取り出し、ゼリー層を外した両種のウニ卵に加えたところ、表1のような結果が観察できた。この結果から、ウニの受精についてどのようなことが分かるか。適当なものを、下の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。また、アメリカムラサキウニの卵を○で、タンパク質 B を▲で示し、エゾバフンウニの卵を○で、タンパク質 B を△で模式的に示している。なお、卵の詳細な膜構造は省略してある。

4 5

表 1

	アメリカムラサキウニの卵	エゾバフンウニの卵
アメリカムラサキウニのタンパク質 B		
エゾバフンウニのタンパク質 B		

- ① タンパク質 B は卵膜にあるタンパク質受容体と結合する。
- ② タンパク質 B は卵の細胞膜にあるタンパク質受容体と結合する。
- ③ タンパク質 B はゼリー層にあるタンパク質受容体と結合する。
- ④ タンパク質 B は同種の卵細胞どうしを結合させて、多くの精子と受精しやすくする。
- ⑤ タンパク質 B は同種の卵と精子が受精するのに役立つ。
- ⑥ タンパク質 B は他種の卵どうしを結合させて、異種間の受精を阻害する。

問 5 下線部工の特徴として誤っているものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

6

- ① 二匹目の精子が卵に入るのを防ぐ。
- ② 受精卵に栄養を与える。
- ③ 胞胚期に胚がこの膜を破って出ていくことをふ化という。
- ④ 卵膜が変化してできる。
- ⑤ 受精卵を保護するはたらきをもつ。

生物 I

第3問 花の色の遺伝に関する次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 19)

ある植物は赤、桃色、白の花をつける。それぞれの色の花をつける三つの系統を用意し、次の**実験1・2**を行った。

実験1 赤い花をつける系統と白い花をつける系統を、それぞれ自家受精させると、交配の結果生じた前者のF₁は全て赤い花をつけ、後者のF₁は全て白い花をつけた。また、桃色の花をつける系統を自家受精させると、生じたF₁は全て桃色の花をつけた。

実験2 **実験1**で交配に用いた赤、桃色、白の花を用いて表1に示した交配を行った。

表 1

	交配に用いた系統の組合せ	交配結果
交配1	赤 × 桃色	<u>ア</u> 赤
交配2	赤 × 白	<u>イ</u> 赤
交配3	桃色 × 白	<u>ウ</u> 桃色

問1 **実験1**から分かること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 赤い花が優性形質であること。
- ② 交配に用いた植物は純系であること。
- ③ 白い花が優性形質であること。
- ④ 交配に用いた植物はヘテロ接合体であること。
- ⑤ 桃色の花が中間雑種であること。

問2 実験1・2に用いた植物の花の色が、1組の複対立遺伝子で決定されていると仮定したとき、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 花の色を決める三つの遺伝子の優劣関係として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、優劣関係は>を用いて表し、

優性形質を支配する遺伝子 > 劣性形質を支配する遺伝子

のように示す。 2

- ① 赤い花の遺伝子 > 桃色の花の遺伝子 > 白い花の遺伝子
- ② 赤い花の遺伝子 > 白い花の遺伝子 > 桃色の花の遺伝子
- ③ 桃色の花の遺伝子 > 赤い花の遺伝子 > 白い花の遺伝子
- ④ 桃色の花の遺伝子 > 白い花の遺伝子 > 赤い花の遺伝子
- ⑤ 白い花の遺伝子 > 桃色の花の遺伝子 > 赤い花の遺伝子
- ⑥ 白い花の遺伝子 > 赤い花の遺伝子 > 桃色の花の遺伝子

- (2) 実験2の下線部アとイで示された、赤い花どうしを交配すると次代にはどのような花の色が、どのような比(赤:桃色:白)で得られるか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 3

- ① 0 : 1 : 1
- ② 1 : 0 : 1
- ③ 1 : 1 : 0
- ④ 2 : 1 : 1
- ⑤ 1 : 2 : 1
- ⑥ 1 : 1 : 2
- ⑦ 3 : 1 : 0
- ⑧ 0 : 3 : 1
- ⑨ 1 : 0 : 3

- (3) 実験2の下線部ウで示された桃色の花を自家受精させると、次代にはどのような花の色が、どのような比(赤:桃色:白)で得られるか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 4

- ① 0 : 1 : 1
- ② 1 : 0 : 1
- ③ 1 : 1 : 0
- ④ 2 : 1 : 1
- ⑤ 1 : 2 : 1
- ⑥ 1 : 1 : 2
- ⑦ 3 : 1 : 0
- ⑧ 0 : 3 : 1
- ⑨ 1 : 0 : 3

生物 I

問3 実験1・2に用いた植物の花の色が、2組の対立遺伝子で決定されていると仮定することもできる。この仮定に基づいて花の色が遺伝し、この2組の対立遺伝子は異なる染色体上にあつて染色体の乗り換えも起らないとき、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 実験1で用いた赤い花、桃色の花、白い花の系統の遺伝子型をそれぞれAABB, AAbb, aabbと仮定すると、実験2で得られた下線部イの赤い花を自家受精させて得られた次代(F₂)では、赤：桃色：白が9：3：4の比で得られる。このF₂で最も多い遺伝子型として適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

- ① AABB ② AABb ③ AaBB ④ AaBb ⑤ AAbb
⑥ aaBB ⑦ Aabb ⑧ aaBb ⑨ aabb

(2) 実験2の下線部イで示された赤い花と下線部ウで示された桃色の花を交雑させると、次代には赤：桃色：白がx：y：2の比で現れた。x、yの数値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、同じものを繰り返し選んでもよい。x y

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

第4問 動物の内分泌調節に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 21)

A 生物は海で誕生したと考えられており、やがて生物は陸上へと生活圏を広げていった。この過程で動物は海の中に比べ、乾燥し、温度変化の激しい外部環境に対して、安定した内部環境を維持する仕組みを発達させてきた。このような内部環境の恒常性は主としてア 自律神経 と内分泌系のはたらきによって維持される。

自律神経にはイ 交感神経と副交感神経 があり、いくつかの例外はあるものの、両者が同じ臓器に分布していることが多い。また、交感神経と副交感神経が同じ臓器に分布している場合、互いに対抗(拮抗)的にはたらいっている。

一方、内分泌系による恒常性の維持は、内分泌腺からウ ホルモン を分泌することによって行われる。自律神経などの調節に比べ、効果が出るまでに時間のかかることは多いが、効果が持続する特徴をもつ。

問1 下線部アの特徴に関する記述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 自律神経の交感神経は効果器から中枢に向かって興奮を伝える。
- ② 自律神経のうち虹彩につながる副交感神経は延髄から出ている。
- ③ 自律神経によってホルモンの分泌を促進することがある。
- ④ 交感神経の主な神経伝達物質は運動神経からのものと同じ物質である。
- ⑤ 副交感神経の神経伝達物質は主にノルアドレナリンである。

問2 下線部イのはたらきとして誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 心臓の拍動は交感神経により促進され、副交感神経により抑制される。
- ② 胃腸のぜん動運動は交感神経により抑制され、副交感神経により促進される。
- ③ 血圧は交感神経により上昇し、副交感神経により低下する。
- ④ 立毛筋は交感神経により収縮し、副交感神経により弛緩する。
- ⑤ 気管支は交感神経により拡張し、副交感神経により収縮する。

問3 下線部ウの特徴に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① ホルモンは他のホルモンの分泌量を変化させることはない。
- ② 神経細胞(ニューロン)の中にもホルモンを分泌するものがある。
- ③ ホルモンは内分泌腺から導管(排出管)を経て，血液中に分泌される。
- ④ 一種類のホルモンの標的器官は常に一つである。
- ⑤ 同じ脊椎動物でも，ブタやウシのホルモンはヒトに作用しない。

生物 I

B 哺乳類の内分泌腺の一つである甲状腺は、一層の上皮に囲まれ内部にコロイド状物質を含んだ濾胞ろほうが集まってできている。甲状腺の分泌活動が低くてホルモンを蓄えているときには、濾胞はホルモンを蓄えて濾胞腔が大きく、濾胞上皮は薄くなる(図1)。一方ホルモンを盛んに分泌しているときには、ホルモンの量が減少し、濾胞腔は小さくなり、濾胞の上皮は厚くなる(図2)。甲状腺は血液から集めたヨウ素を成分としてホルモンAを合成している。

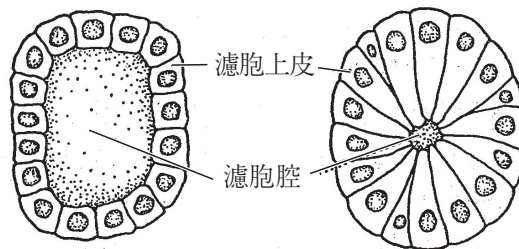


図 1

図 2

ホルモンAは生体内の化学反応を促進するはたらきをもち、ホルモンA濃度が高くなると、有機物を分解してエネルギーを取り出すはたらきが促進される。このため、体内におけるホルモンA濃度が高いまま維持されると、一般的に体温が **ア** くなり、体重が **イ** する。これは自己免疫疾患の一つで、甲状腺を刺激する **ウ** 抗体が体内でつくられてしまい、常に甲状腺を刺激するために起こることが分かっている。

ネズミを用いてホルモンAの分泌に関する次のような**実験1～3**を行った。

実験1 ネズミの脳下垂体を除去すると、甲状腺の濾胞は図1のようになったが、**エ** 脳下垂体を除去するときと同じ傷はつけたものの、脳下垂体は除去しなかった ネズミや正常なネズミでは図2のようであった。

実験2 ネズミの脳下垂体を除去すると、体内のホルモンA量が減少した。このネズミに脳下垂体前葉のホルモンBを投与すると、濾胞は図2のようになった。

実験3 ネズミから甲状腺を除去すると、血液中のホルモンBの量が **オ** し、ホルモンAを投与すると **カ** した。

問4 前ページ文章中の **ア**・**イ** 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。 **4**

- | | | | | | | | |
|---|------|---|------|---|------|---|------|
| ア | イ | ア | イ | ア | イ | ア | イ |
| ① | 高 増加 | ② | 高 減少 | ③ | 低 増加 | ④ | 低 減少 |

問5 下線部ウで示した抗体を構成する物質と、抗体を合成する細胞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。 **5**

- | | | | | | |
|---|-------|------|---|-------|-----|
| | 物 質 | 細 胞 | | 物 質 | 細 胞 |
| ① | タンパク質 | リンパ球 | ② | タンパク質 | 赤血球 |
| ③ | 炭水化物 | リンパ球 | ④ | 炭水化物 | 赤血球 |
| ⑤ | 脂 質 | リンパ球 | ⑥ | 脂 質 | 赤血球 |

問6 実験1の下線部エの手術を行った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。 **6**

- ① 手術の手順を確認するため。
- ② 手術にかかる時間を計るため。
- ③ ネズミが手術から回復するのを確認するため。
- ④ 手術がホルモン分泌に影響しないことを示すため。
- ⑤ 傷の治りぐあいを観察するため。

問7 実験3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。 **7**

- | | | | | | |
|---|----|----|---|----|----|
| | オ | カ | | オ | カ |
| ① | 減少 | 減少 | ② | 減少 | 増加 |
| ③ | 増加 | 減少 | ④ | 増加 | 増加 |

生物 I

第5問 植物の発生と発芽に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

A 胚珠が子房壁でおおわれた植物では、胚珠内でア重複受精を行い、受精した卵細胞は分裂を繰り返して胚球と胚柄に分化する。胚球はさらに細胞分裂を繰り返してイ胚となるが、胚柄は退化していく。一方、胚乳核をもつ細胞も分裂を繰り返して胚乳に発達し、多くの植物では種子の発芽時に必要な栄養分をたくわえる。この頃になると、が種皮となり、胚と胚乳をもった種子が完成する。

問1 下線部アはどんな植物だけが行うか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 裸子植物 ② 陸上植物 ③ 短日植物
④ 被子植物 ⑤ 長日植物

問2 下線部イは次世代の植物体となる。図1はナズナの発生途中の胚珠を表したものである。次世代の植物体の根となる部分として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

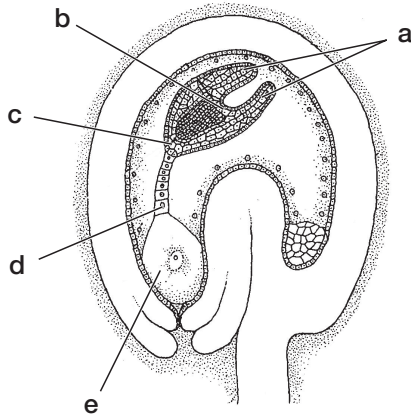


図 1

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

問3 ナズナは無胚乳種子なので、完成した種子には発達した胚乳がない。ナズナは発芽に必要な栄養分をどこに蓄えているか。図1のa～eのうち最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

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

- ① 子房壁 ② 真皮 ③ 珠皮
④ 果皮 ⑤ 上皮

生物 I

B 野外で育てたヒマワリを受粉させて種子を形成させると、約40日後には種子が完成するが、それまで発芽することはない。この種子に含まれる胚がなぜ発芽しないのかを調べる目的で実験を行った。この現象には、一般的に完成した種子で休眠状態を維持する Ⅰ 発芽抑制物質 の関与が考えられたので、この物質についても調べるため、次のような**実験1・2**を行った。

実験1 受粉後の一定時間ごとに胚を胚珠から取り出し、胚に含まれる発芽抑制物質の量を測定した。また、受粉8日後から、発芽抑制物質の合成を阻害するフルリドンを胚珠に与えて、同様の実験を行い、発芽抑制物質の量を測定し、図2にまとめた。

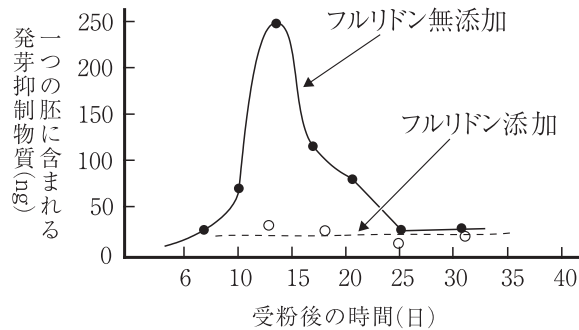


図 2

実験2 胚の発芽能力を調べるために、受粉後の一定時間ごとに胚珠から胚を取り出して、寒天培地上に移動させた。胚を寒天培地にのせると発芽抑制物質がしみ出すので、胚内の発芽抑制物質が減少した。実験に用いた全ての胚に占める発芽した胚の割合を発芽率(%)として図3にまとめた。フルリドンを胚珠に与えて、発芽抑制物質が合成されなかった場合は、発芽率は常に100%であった。

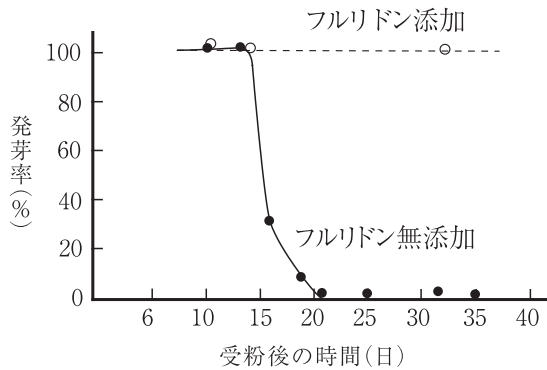


図 3

問5 実験1・2の結果から分かることとして適当なものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 5 6

- ① 胚珠から取り出した胚は種子が完成する前でも発芽する能力をもっている。
- ② 胚珠から取り出した胚は種子が完成する前には発芽する能力はもっていない。
- ③ 胚珠から取り出した胚が種子が完成する前に発芽能力をもっているかどうかは、この結果からは分からない。
- ④ 発芽抑制物質が、ある一定濃度を越えた時にだけ胚の発芽が抑制される。
- ⑤ 受精後15日までは発芽抑制物質によって発芽が直接抑制されているが、20日以降は発芽抑制物質の蓄積によって始まった新たな発芽抑制機構によって発芽が抑制されている。
- ⑥ 受精後15日までは発芽抑制物質によって発芽が直接抑制されているが、20日以降は発芽促進物質量の低下によって発芽が抑制されている。
- ⑦ 受精後15日までは胚内のフルリドン量が多いために発芽抑制物質によって発芽が抑制されるが、20日以降はフルリドンが分解されることによって発芽が抑制される。
- ⑧ 受精直後から種子が完成するまで、発芽抑制物質が胚の発芽を直接抑制している。

生物 I

問 6 下線部 エ に当てはまる植物ホルモンとして最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

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