

選択問題 生物・化学・物理

(試験時間 10 : 00 ~ 11 : 00)

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
 2. この問題冊子は 34 ページある。
 3. 生物・化学・物理のうち1つを選んで解答すること。
 4. 試験中に問題冊子のページの脱落等に気付いた場合は、手をあげて監督者に知らせること。
 5. 解答用紙に受験番号を記入し、マーク欄にマークすること。また、氏名とふりがなを記入すること。
 6. 選択した科目名を解答用紙の選択科目名欄に記入し、記入した科目名を選択科目マーク欄にマークすること。(マークがない場合は採点されない)
 7. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
 8. 解答用紙への記入には必ず HB の黒鉛筆またはシャープペンシル (HB, 0.5 mm 芯以上) を用いること。他の筆記用具を用いると、正確に読み取れない場合がある。
 9. マーク式の解答にあたっては、解答用紙の該当する箇所を右に示す例に従ってぬりつぶすこと。
例えば 2 にマークするときは、次のように
①●③とする。
- | | |
|---|-------|
| 例 | |
| 良 | 不良 |
| ● | ● ⊗ ● |
10. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消すこと。
×をつけても消したことはない。また消しゴムのくずを完全に取り除いておくこと。
 11. 解答がマーク式でないものについては、指定の箇所に解答を記入すること。
 12. 解答用紙の指定された場所以外には何も書いてはならない。
 13. 計算には問題冊子の余白あるいは別に配布する計算用紙 (白紙) を使用すること。
 14. 辞書機能、計算機能をもつものを使用してはならない。
 15. 携帯電話の電源は切っておくこと。身につけたり机の上に置いたりしてはならない。
 16. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

生 物

1 細胞分画および細胞骨格に関する以下の文章 [I] と [II] を読み、問 1～5 に答えなさい (解答欄 ア～ク, A)。

[I] 図 1 は、等張のスクロース水溶液中で破碎した植物細胞の細胞分画の過程を示したものである。

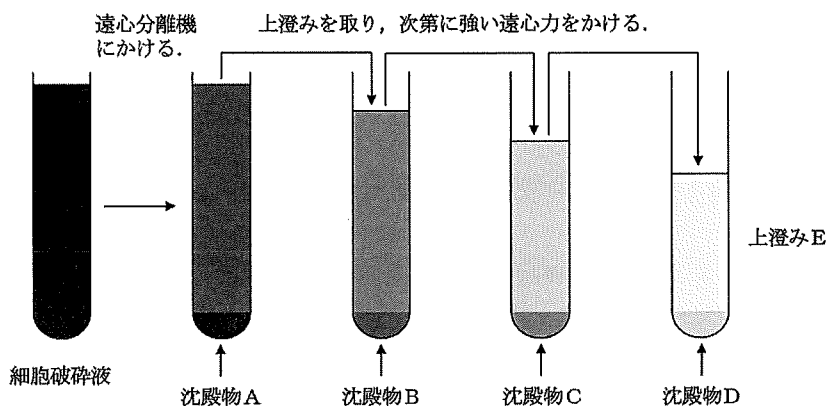


図 1 細胞分画

問 1 細胞を破碎するために水でなく等張のスクロース水溶液を用いた理由として最も適切なものを、以下の①～⑥から 1 つ選び、解答欄 ア にマークしなさい。

- ① 細胞小器官が酸化されるのを防ぐため。
- ② 細胞小器官が還元されるのを防ぐため。
- ③ 細胞小器官から水分が流出するのを防ぐため。
- ④ 細胞小器官へ水分が流入するのを防ぐため。
- ⑤ 細胞小器官のエネルギー源とするため。
- ⑥ 細胞小器官の pH を保つため。

(生 物)

問2 以下の(イ)～(カ)に記載した特徴がある沈殿物として最も適切なものを1つ選び、解答欄 イ カ にマークしなさい。なお、沈殿物 A は①を、沈殿物 B は②を、沈殿物 C は③を、沈殿物 D は④をマークしなさい。また、同じ番号を複数回選んでもかまわない。

- (イ) タンパク質合成の場となる構造体が豊富に含まれる沈殿物
- (ウ) クエン酸回路ではたらく酵素が豊富に含まれる沈殿物
- (エ) 染色体が含まれる沈殿物
- (オ) 呼吸の過程のうち、電子伝達系ではたらく酵素が豊富に含まれる沈殿物
- (カ) カルビン・ベンソン回路ではたらく酵素が豊富に含まれる沈殿物

問3 上澄み E に含まれる成分によって行われる反応として最も適切なものを、以下の①～④から1つ選び、解答欄 キ にマークしなさい。

- ① リブローズ二リン酸からホスホグリセリン酸の合成
- ② グルコースからピルビン酸の合成
- ③ ピルビン酸からアセチル CoA の合成
- ④ コハク酸からフマル酸の合成

[II] 細胞骨格は、アクチンフィラメント、中間径フィラメント、微小管の3つに分けられる。

問4 アクチンフィラメントに関する以下の①～⑦の記述で、誤っているものを3つ選び、解答欄 ク にマークしなさい。

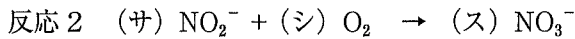
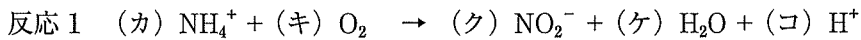
- ① 鞭毛の運動に関わる。
- ② 原形質流動に関わる。
- ③ 筋収縮に関わる。
- ④ 細胞骨格で直径が最も大きい。
- ⑤ 細胞骨格で直径が最も小さい。
- ⑥ 細胞分裂の際、染色体が両極に移動する過程に関わる。
- ⑦ 細胞分裂の際、細胞質分裂に関わる。

問5 微小管は細胞内の物質および細胞小器官の移動に関わる細胞骨格であり、その移動には2種類のモータータンパク質が関わっている。その2種類のモータータンパク質の名称を、解答欄 A に記載しなさい。

(生物)

2 有機窒素化合物の合成に関する以下の文章を読み、問1～7に答えなさい(解答欄 ア～テ)。

生物は体外から窒素化合物を取り込み、それを窒素源とし、生命活動を営む上で必要な有機窒素化合物の合成に用いる。これは(ア)と呼ばれる。植物の場合、地中に溶けている無機窒素化合物である NO_3^- や NH_4^+ が主な窒素源となる。このうち NH_4^+ は、生物の遺体や排出物に含まれる有機窒素化合物の分解過程で生成する。一方、 NO_3^- は、(A)硝化菌のはたらきにより NH_4^+ が(イ)されることで生成する。つまり、 NH_4^+ は(ウ)のはたらきで NO_2^- へと変換され(反応1)、さらに NO_2^- は(エ)のはたらきを受け、 NO_3^- が生成する(反応2)。



これら NO_3^- や NH_4^+ は植物の根から吸収され、このうち NO_3^- は植物の体内で NH_4^+ まで(セ)される。一方、マメ科植物の場合、(B) N_2 から NH_4^+ を生成する細菌が共生し、その細菌から NH_4^+ を受け取ることができる。その後、 NH_4^+ は植物体内において有機窒素化合物の合成に利用される(図2)。すなわち、 NH_4^+ はグルタミン酸と結合し、(ソ)となる。次いで(ソ)は(タ)と反応し、2分子のグルタミン酸が生成する。(C)ある種の酵素のはたらきにより、グルタミン酸は各種有機酸と反応し、これにより各種アミノ酸が合成される。これらのアミノ酸は、様々な有機窒素化合物の合成に利用される。

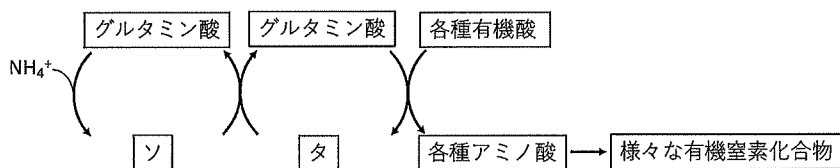


図2 植物における有機窒素化合物の合成

一方、(D)動物は、窒素源を食物から得る。動物はこれらをそのまま利用するか、あるいは分解し、必要とされる有機窒素化合物につくり変えて利用する。

(生物)

問1 文中の(ア)～(エ)に当てはまる最も適切な語を、次の①～⑨から1つずつ選び、解答欄 ア エ にマークしなさい。

- | | | |
|--------|--------|----------|
| ① 硝酸菌 | ② 根粒菌 | ③ アンモニア菌 |
| ④ 窒素異化 | ⑤ 窒素同化 | ⑥ 還元 |
| ⑦ 酸化 | ⑧ 窒素固定 | ⑨ 亜硝酸菌 |

問2 下線部(A)の硝化菌に関する説明として適切なものを、次の①～⑤から2つ選び、解答欄 オ にマークしなさい。

- ① 硝化菌は光合成細菌と同じく光合成を行う。
- ② 硝化菌は鉄細菌と同じく化学合成を行う。
- ③ 硝化菌は紅色硫黄細菌と同じく化学合成を行う。
- ④ 硝化菌はカルビン・ベンソン回路をもつ。
- ⑤ 硝化菌は脱窒の作用も示す。

問3 反応1と反応2の反応式中の(カ)～(ス)に当てはまる最も小さな一桁の数字を、解答欄 カ ス にマークしなさい。ただし、同じ数字を選んでも良い。また、当てはまる数字が不要な場合は「1」を入れること。

問4 文中の(セ)～(タ)に当てはまる最も適切な語を、次の①～⑨から1つずつ選び、解答欄 セ タ にマークしなさい。なお、図2中の ソ, タ は文中と同じものとする。

- | | | |
|-----------|---------------------|----------|
| ① アラニン | ② グルタミン | ③ アスパラギン |
| ④ アスパラギン酸 | ⑤ α -ケトグルタル酸 | ⑥ オキサロ酢酸 |
| ⑦ 異化 | ⑧ 還元 | ⑨ 酸化 |

問5 下線部(B)の、マメ科植物に共生し、 N_2 から NH_4^+ を生成する細菌に関する説明として適切なものを、次の①～⑤から2つ選び、解答欄 チ にマークしなさい。

- ① この細菌のはたらきにより、植物体の全体に粒状の構造が形成される。
- ② この細菌は、植物体に NH_4^+ を一方向的に供給するだけで、植物とは片利共生の関係である。
- ③ この細菌のはたらきにより、植物体の根に粒状の構造が形成される。
- ④ この細菌と同じく、他の生物と共生し、 N_2 から NH_4^+ を生成する細菌として、アゾトバクターが挙げられる。
- ⑤ この細菌は、植物体から有機化合物を受け取るため、植物とは相利共生の関係である。

(生 物)

問6 下線部 (C) の酵素のはたらきとして最も適切な説明を、次の①～⑤から1つ
選び、解答欄 ツ にマークしなさい。

- ① 各種有機酸のアミノ基をグルタミン酸に転移させる。
- ② グルタミン酸のアミノ基を各種有機酸に転移させる。
- ③ グルタミン酸のカルボキシ基を各種有機酸に転移させる。
- ④ 各種有機酸のカルボキシ基をグルタミン酸に転移させる。
- ⑤ グルタミン酸、各種有機酸および NH_4^+ の三者を反応させ、各種アミノ酸を合成する。

問7 下線部 (D) の動物が食物から得る窒素源として適切なものを、次の①～⑨か
ら2つ選び、解答欄 テ にマークしなさい。

- | | | |
|----------|-------------------|--------|
| ① グリコーゲン | ② デンプン | ③ アミノ酸 |
| ④ 脂肪 | ⑤ NO_3^- | ⑥ 脂肪酸 |
| ⑦ タンパク質 | ⑧ 尿酸 | ⑨ 尿素 |

(生 物)

3 遺伝情報の発現に関する以下の文章 [I] と [II] を読み、問1～7に答えなさい (解答欄 ～ ,).

[I] DNA複製の開始時には、鋳型鎖に相補的な短いヌクレオチド鎖である (ア) が合成され、つづいてDNAポリメラーゼが (ア) につなげて新生ヌクレオチド鎖を伸長する。DNAポリメラーゼは (イ) 方向にだけヌクレオチド鎖を伸長することができる。したがって、DNA 2本鎖の一方の鋳型鎖はDNAがほどけていく方向に新生鎖が伸長する。これを (ウ) 鎖という。これに対し、もう一方の鋳型鎖では、DNAがほどけてある程度1本鎖の部分が長くなると、(ア) が合成された後、DNAポリメラーゼが、DNAのほどける方向とは逆方向に新生ヌクレオチド断片をつくる。できた断片は、(エ) という酵素によって、それまでにつくられた断片と結合する。このような、短く不連続な新生ヌクレオチド断片をつなぎ合わせることで複製される新生鎖を (オ) 鎖という。

問1 本文中の (ア) ～ (オ) に当てはまる最も適切な語句を、次の①～⑨から1つずつ選び、解答欄 ～ にマークしなさい。

- | | | |
|------------|-----------|------------|
| ① 5' → 3' | ② 3' → 5' | ③ プライマー |
| ④ プロモーター | ⑤ リーディング | ⑥ ラギング |
| ⑦ 岡崎フラグメント | ⑧ DNAリガーゼ | ⑨ DNAヘリカーゼ |

問2 DNAはアデニン、グアニン、シトシン、チミンの4種類の塩基で構成される。大腸菌の染色体DNAに占めるシトシンの割合が26%だった場合、チミンの割合(%)として最も適切な数値を、次の①～⑤から1つを選び、解答欄 にマークしなさい。

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① 13 | ② 24 | ③ 26 | ④ 38 | ⑤ 76 |
|------|------|------|------|------|

(生物)

問3 DNAポリメラーゼには、ヌクレオチドを伸長するだけでなく、ヌクレオチド鎖の3'末端からヌクレオチドを除去する機能がある。このようなはたらきの意義として最も適切なものを、次の①～⑤から1つ選び、解答欄 キ にマークしなさい。

- ① 相補的でない塩基をもつヌクレオチドが結合した場合に、その誤ったヌクレオチドを取り除き、正しいヌクレオチドをつなぎ直すため。
- ② 転写されたRNAからイントロンを取り除き、複数種類のmRNAをつくるため。
- ③ mRNAの3'末端に付加されたアデニンヌクレオチドを取り除き、翻訳効率を上げるため。
- ④ DNAポリメラーゼの進行方向に存在する余分なヌクレオチドを取り除き、複製効率を上げるため。
- ⑤ 細胞の正常な形態を維持しながらDNAを断片化し、アポトーシスを誘導するため。

[II] ある生物の毛の色は遺伝的に決定されている。野生型の黒毛を現す遺伝子は優性(顕性)形質で、白毛は劣性(潜性)形質である。毛の色を決定する野生型遺伝子のDNA塩基配列を調べたところ、構造遺伝子の始まり部分を含むセンス鎖は以下の配列であった。ただし、この配列はイントロンを含まない。

5' - ¹AGGACCGCCATGCTGTTCAGGATTCGATTCGATCGGCGTGGCAAGTTG - 3'

図3 毛の色を決定する野生型遺伝子のDNA塩基配列

UUU } フェニルアラニン	UCU } セリン	UAU } チロシン	UGU } システイン
UUC }	UCC }	UAC }	UGC }
UUA } ロイシン	UCA }	UAA } 終止	UGA } 終止
UUG }	UCG }	UAG }	UGG } トリプトファン
CUU }	CCU } プロリン	CAU } ヒスチジン	CGU }
CUC }	CCC }	CAC }	CGC }
CUA }	CCA }	CAA } グルタミン	CGA }
CUG }	CCG }	CAG }	CGG }
AUU }	ACU }	AAU } アスパラギン	AGU } セリン
AUC }	ACC }	AAC }	AGC }
AUA }	ACA }	AAA } リジン	AGA }
AUG } メチオニン	ACG }	AAG }	AGG }
GUU }	GCU }	GAU } アスパラギン酸	GGU }
GUC }	GCC }	GAC }	GGC }
GUA }	GCA }	GAA }	GGA }
GUG }	GCG }	GAG }	GGG }

表1 遺伝暗号表

(生 物)

問4 転写された mRNA をもとに 5' 側からタンパク質が合成される。タンパク質合成は最初に出現するメチオニンに対応するコドンから開始される。最初に出現するメチオニンを 1 番目のアミノ酸としたとき、上記の DNA の塩基配列より翻訳されるタンパク質の 5 番目と 8 番目のアミノ酸の組み合わせとして最も適切なものを、以下の①～⑧から 1 つ選び、解答欄 にマークしなさい。なお、表 1 の遺伝暗号表を参照すること。

5 番目		8 番目
① ロイシン	—	イソロイシン
② ロイシン	—	アスパラギン酸
③ イソロイシン	—	アスパラギン酸
④ イソロイシン	—	フェニルアラニン
⑤ トレオニン	—	フェニルアラニン
⑥ トレオニン	—	イソロイシン
⑦ プロリン	—	トリプトファン
⑧ プロリン	—	アスパラギン酸

問5 白毛の個体のこの遺伝子の配列は、25 番目の塩基が C から T に変化していた。この変化はどのような結果をもたらしたか、最も適切なものを、以下の①～⑧から 1 つ選び、解答欄 にマークしなさい。なお、表 1 の遺伝暗号表を参照すること。

- ① メチオニンを指定するコドンが終止コドンに変化する。
- ② フェニルアラニンを指定するコドンが終止コドンに変化する。
- ③ イソロイシンを指定するコドンが終止コドンに変化する。
- ④ アルギニンを指定するコドンが終止コドンに変化する。
- ⑤ メチオニンがリシンに変化する。
- ⑥ フェニルアラニンがリシンに変化する。
- ⑦ イソロイシンがリシンに変化する。
- ⑧ アルギニンがリシンに変化する。

(生 物)

問6 ある個体では、毛の色を決定する DNA の 34 番目と 45 番目の双方の塩基が変化していたにもかかわらず、黒毛であった。この個体において、34 番目と 45 番目の塩基で起きた変化の組み合わせとして最も適切なものを、以下の①～⑨から 1 つ選び、解答欄 にマークしなさい。なお、表 1 の遺伝暗号表を参照すること。また、毛色の決定に関わるタンパク質を構成するアミノ酸の一箇所にも変化が起こると毛の色は黒色ではなくなるものとする。

	34 番目		45 番目
①	A	-	A
②	A	-	T
③	A	-	C
④	G	-	A
⑤	G	-	T
⑥	G	-	C
⑦	T	-	A
⑧	T	-	T
⑨	T	-	C

問7 毛の色を決定するタンパク質のすべての配列を調べたところ、以下のアミノ酸配列を含むことがわかった。(グルタミン) - (リシン) - (プロリン) - (ロイシン) - (セリン) - (ヒスチジン)。このアミノ酸配列を合成しうる遺伝暗号の組み合わせは何通りあるか。計算式とともに解答欄 に記載しなさい。なお、表 1 の遺伝暗号表を参照すること。

(生 物)

4 有性生殖に関する以下の文章を読み、問1～5に答えなさい(解答欄 ア～ケ)。

遺伝子は、染色体の特定の場所に存在する。そのような場所のことを(ア)という。1つの(ア)に、異なる複数の形質を発現する遺伝子が存在する場合、それらの遺伝子のことを対立遺伝子という。たとえば、正常型赤血球のヘモグロビンに関する遺伝子と、鎌状赤血球のヘモグロビン遺伝子は染色体の同じ(ア)に存在する対立遺伝子である。同一の染色体に存在する遺伝子は(イ)しているといい、異なる染色体に存在する遺伝子は(ウ)しているという。有性生殖では、配偶子ができる過程で、染色体の数を半減させる(エ)が起こる。遺伝子AとB、aとbが(イ)しており、染色体の乗換えが起こらないとすると、生じる配偶子はABとabの2種類だけであるが、染色体の乗換えが起こる場合、新たな遺伝子の組み合わせAbとaBができる。乗換えによって、対をなす相同染色体で遺伝子の一部が入れかわることを、遺伝子の(オ)という。

問1 本文中の(ア)～(オ)に当てはまる最も適切な語を、次の①～⑨から1つずつ選び、解答欄 ア～オ にマークしなさい。

- | | | |
|--------|---------|---------|
| ① 対合 | ④ 体細胞分裂 | ⑦ 再編成 |
| ② 遺伝子座 | ⑤ 独立 | ⑧ 一塩基多型 |
| ③ 遺伝子型 | ⑥ 連鎖 | |
| ⑧ 減数分裂 | ⑨ 組換え | |

問2 遺伝子の(オ)によって生じた配偶子の割合が20%の場合、ある染色体に2組の対立遺伝子(A, a)(B, b)をもつ母細胞(AaBb)がつくる配偶子の組み合わせの分離比(AB:Ab:aB:ab)として最も適切なものを、次の①～⑨から1つを選び、解答欄 カ にマークしなさい。

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| ① (1:1:1:1) | ④ (1:2:2:1) | ⑦ (2:1:1:2) |
| ② (1:4:4:1) | ⑤ (4:1:1:4) | ⑧ (1:8:8:1) |
| ③ (8:1:1:8) | ⑥ (1:4:2:1) | ⑨ (1:2:4:8) |

(生物)

問3 ある相同染色体に2組の対立遺伝子 (A, a) (B, b) が、また別の相同染色体に1組の対立遺伝子 (E, e) が存在している生物がある。相同染色体間の乗換えが起こらない場合、何通りの配偶子ができるか。最も適切な数字を次の①～⑤から1つ選び、解答欄 **キ** にマークしなさい。

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 8 ⑤ 16

問4 問3と同じ生物で相同染色体間の乗換えが起こる場合、何通りの配偶子ができるか。最も適切な数字を次の①～⑤から1つ選び、解答欄 **ク** にマークしなさい。

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 8 ⑤ 16

問5 減数分裂での細胞当たりのDNA量の変化を模式化した図として最も適切なものを図4の①～⑥から1つ選び、解答欄 **ケ** にマークしなさい。

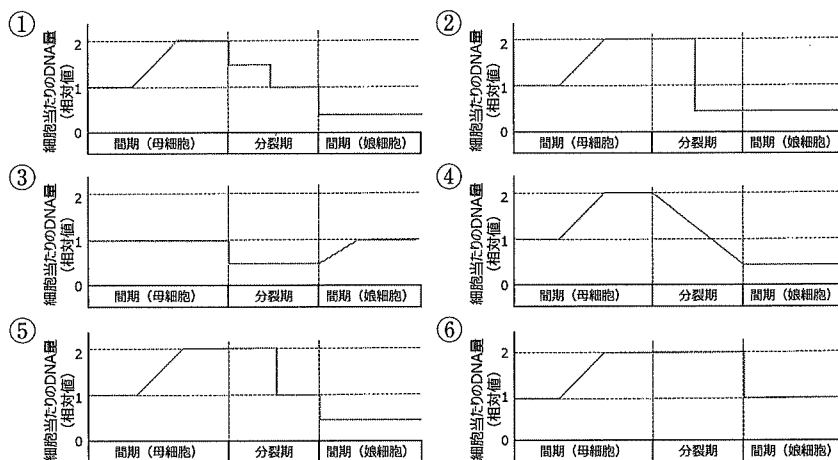


図4 減数分裂での細胞当たりのDNA量

(生物)

5 植物の花芽形成に関する以下の文章を読み、問1～5に答えなさい(解答欄 ア～サ)。

植物のうち、^(A)短日植物は日長が短くなる(ア)以降に花芽を形成し、また、長日植物は日長が長くなる(イ)に花芽を形成する。このように、生理現象が日長に反応して起こることを(ウ)という。花芽形成に重要なのは暗期の長さである。具体的には、花芽形成に必要な暗期について、短日植物では^(B)最短の長さが、また長日植物では^(C)最長の長さが観察され、これらは各々、(エ)暗期と呼ばれる。しかし、花芽形成に対する暗期の効果は、暗期の途中、例えばその中央で短時間の光照射を行うと打ち消される。暗期の効果を打ち消す、この光照射による処理は(オ)と呼ばれ、短日植物の場合、光受容体であるフィトクロムが関わる。一方、日長に関係なく、花芽を形成する植物は(カ)植物という。

問1 文中の(ア)～(カ)に当てはまる最も適切な語を、次の①～⑧から1つずつ選び、解答欄 ア～カ にマークしなさい。

- | | | | |
|------|------|-------|-------|
| ① 春 | ② 夏 | ③ 冬 | ④ 有限 |
| ⑤ 限界 | ⑥ 中性 | ⑦ 光中断 | ⑧ 光周性 |

問2 下線部(A)の植物を、次の①～⑨から3つ選び、解答欄 キ にマークしなさい。

- | | | |
|----------|-----------|----------|
| ① アサガオ | ② カーネーション | ③ ホウレンソウ |
| ④ キク | ⑤ コムギ | ⑥ オナモミ |
| ⑦ トウモロコシ | ⑧ トマト | ⑨ エンドウ |

問3 ある種の短日植物、または長日植物を図5の①～⑧の明暗周期の条件で育てたとする。下線部(B)の時間が9時間である短日植物の場合、開花する条件を図5の①～⑧から4つ選び、解答欄 ク にマークしなさい。また、下線部(C)の時間が13時間の長日植物の場合、開花しない条件を図5の①～⑧から2つ選び、解答欄 ケ にマークしなさい。

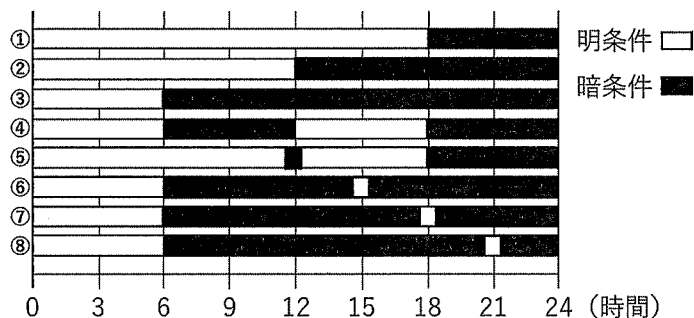


図5 植物の生育の明暗条件

(生 物)

問4 フィトクロムが植物の一生で関与する生理過程を、次の①～⑧から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 種子が成熟後、休眠する。
- ② 光発芽種子が発芽する。
- ③ 幼葉鞘が照射する光の方向へ屈曲する。
- ④ 根が重力屈性を示す。
- ⑤ 日中、葉において気孔が開く。
- ⑥ 土壌が乾燥し、気孔が閉じる。
- ⑦ 果実の成熟が促進される。
- ⑧ 昆虫から食害を受けると、昆虫の成長を妨げるタンパク質の合成を誘導する。

問5 短日植物のイネにおいて、花芽形成を誘導するフロリゲンは茎頂に作用し、その花芽形成を誘導する。このフロリゲンの合成や移動に関する説明として最も適切なものを、次の①～⑨から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① フロリゲンは糖質として根で合成された後、道管内を移動し、茎頂に到達する。
- ② フロリゲンは糖質として茎で合成された後、道管内を移動し、茎頂に到達する。
- ③ フロリゲンは糖質として葉で合成された後、師管内を移動し、茎頂に到達する。
- ④ フロリゲンはタンパク質として根で合成された後、道管内を移動し、茎頂に到達する。
- ⑤ フロリゲンはタンパク質として茎で合成された後、道管内を移動し、茎頂に到達する。
- ⑥ フロリゲンはタンパク質として葉で合成された後、師管内を移動し、茎頂に到達する。
- ⑦ フロリゲンは脂質として根で合成された後、道管内を移動し、茎頂に到達する。
- ⑧ フロリゲンは脂質として茎で合成された後、道管内を移動し、茎頂に到達する。
- ⑨ フロリゲンは脂質として葉で合成された後、師管内を移動し、茎頂に到達する。

余 白