

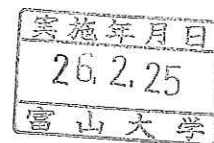
前期日程

科目	生 物
----	-----

理学部・医学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、問題冊子の1ページから16ページにわたっています。
3. 解答用紙は5枚、下書用紙は3枚で、問題冊子とは別になっています。
4. 問題冊子、解答用紙、下書用紙が不備な場合は、直ちに監督者に申し出てください。
5. 志望学部と受験番号(2カ所)は、すべての解答用紙の所定の欄に記入してください。
6. 解答は、すべて横書きとし、解答用紙の所定の欄に記入してください。解答用紙の所定の欄以外に記入した場合は、採点の対象となりません。
7. 試験終了時に、解答用紙を5枚すべて提出してください。問題冊子と下書用紙は、持ち帰ってください。



1 細胞に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えなさい。

生物学の進歩の歴史はミクロな世界への探求の歴史でもある。世界で最初の顕微鏡は1590年にオランダの によって作られ、1665年にイギリスの は自作の顕微鏡でコルク片を観察し、細胞を発見した。オランダの は顕微鏡の改良に尽力し、微生物や精子など生きている細胞の観察をおこなった。①19世紀に、ドイツの病理学者ランゲルハンスは、すい臓を顕微鏡で観察し、すい臓の組織のなかに「海に浮かぶ島のような細胞の塊」があることに気づいた。この「細胞の塊」は、発見者の名前からランゲルハンス島と名付けられている。現在、研究や医療の現場などで幅広く用いられている光学顕微鏡は、こうした歴史の中で改良されてきたものである。20世紀中頃に入ると電子顕微鏡が実用化され、②光学顕微鏡で観察可能であった細胞壁や核に加え、これまで見ることはできなかった細胞内のさまざまな微細な構造体(細胞小器官)が観察可能となり、さらに多くの発見がなされた。

問1. 文中の ～ にあてはまる適切な人名を、次の(ア)～(ク)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- | | | | |
|--------------|------------|----------|------------|
| (ア) シュライデン | (イ) フィルヒョウ | (ウ) ガリレオ | (エ) ヤンセン父子 |
| (オ) レーウェンフック | (カ) ブラウン | (キ) フック | (ク) シュワン |

問2. 下線部①に関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 図1は、すい臓組織の光学顕微鏡写真である。図中のA、Bの説明として最も適切なものを、次の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

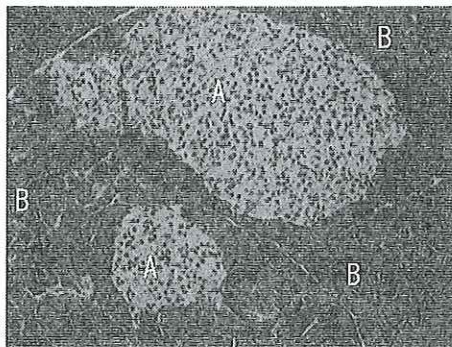


図1

- (ア) Aはランゲルハンス島であり、Bは外分泌腺である。Bは消化酵素を分泌する。
(イ) Aはランゲルハンス島であり、Bは外分泌腺である。AもBも消化酵素を分泌する。
(ウ) Aは外分泌腺であり、Bはランゲルハンス島である。Bは消化酵素を分泌する。
(エ) Aは外分泌腺であり、Bはランゲルハンス島である。AもBも消化酵素を分泌する。

(2) 次の文章を読み、文中の **a** ~ **h** に最も適切な語を記入しなさい。

血液中の **a** を血糖という。食後に血糖が増加すると、ランゲルハンス島の **b** 細胞に情報が伝わる。その結果、**b** 細胞からの **c** の分泌が促進され、組織中の **a** の消費を促進するとともに、肝臓で **a** から **d** へ合成する反応を **e** する。逆に血糖が減ると、ランゲルハンス島の **f** 細胞から **g** が分泌される。**g** は肝臓の **d** を **a** に分解する反応を促進させて、そのはたらきで血糖は **h** する。

問 3. 下線部②に関する下の文章を読み、次の問い(1)~(5)に答えなさい。

植物の同じ細胞小器官を多量に集めるために図2のような実験をおこなった。等張液のスクロース溶液とともに植物の組織片をホモジナイザーに入れ、氷で冷やしながら破碎した。次に破碎液をガーゼでろ過し、遠心分離機にかけ、沈殿1と上澄み液を得た。さらに上澄み液を段階的に遠心力と遠心時間を増やして遠心分離機にかけ、沈殿2~4を得た。なお、沈殿3には多くのミトコンドリアが含まれていた。

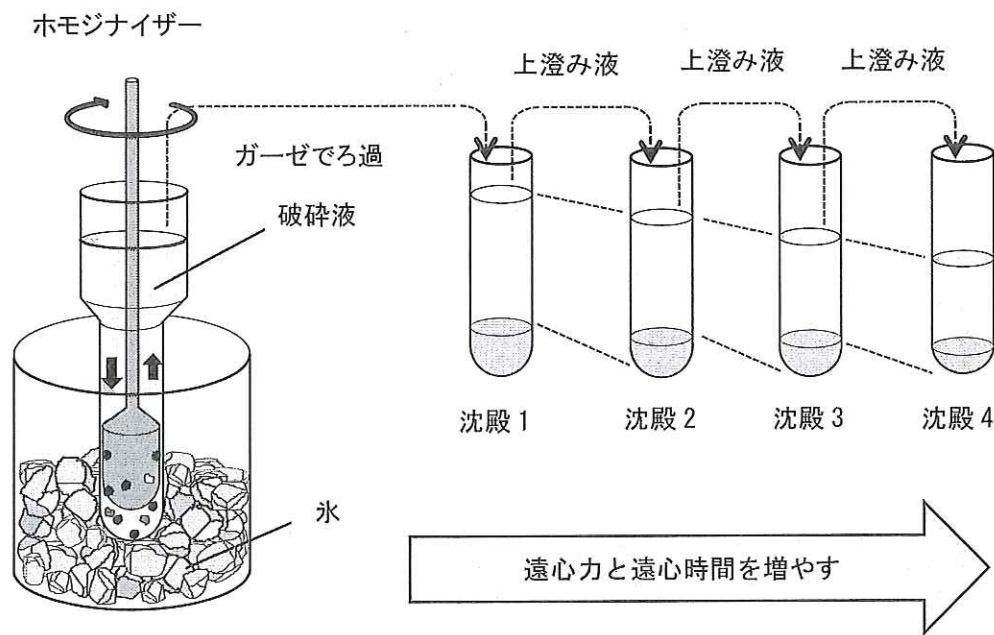


図2

- (1) このように同じ細胞小器官を集める実験方法を何というか、答えなさい。
- (2) この実験で等張液を使用する理由を40字以内で説明しなさい。
- (3) この実験を氷で冷やしながらおこなう理由を80字以内で説明しなさい。
- (4) 沈殿1, 2, 4に最も多く含まれる細胞小器官の組み合わせとして、適切なものを次の表の(ア)~(カ)から1つ選び、記号で答えなさい。

表

	沈殿 1	沈殿 2	沈殿 4
(ア)	核	リボソーム・小胞体	葉緑体
(イ)	葉緑体	核	リボソーム・小胞体
(ウ)	リボソーム・小胞体	葉緑体	核
(エ)	核	葉緑体	リボソーム・小胞体
(オ)	リボソーム・小胞体	核	葉緑体
(カ)	葉緑体	リボソーム・小胞体	核

- (5) 図3は電子顕微鏡で観察されたミトコンドリアの模式図である。図中のAおよびBの部位でアデニン三リン酸(ATP)が合成される過程を、次の語群(ア)～(オ)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

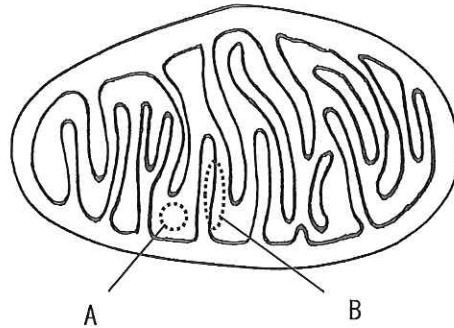


図3

[語群]

- (ア) 解糖系 (イ) 乳酸発酵 (ウ) 電子伝達系 (エ) クエン酸回路
 (オ) アルコール発酵

2 は、次のページから始まります。

2 植物の光合成に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えなさい。

植物を一定温度に保ち、照射する光の強さを変えて二酸化炭素吸収速度を測定することで、光—光合成曲線が得られる。光が弱い所では、二酸化炭素吸収速度は光の強さにほぼ比例して増加するが、ある強さ以上の光では、二酸化炭素吸収速度は増加しなくなる。このときの光の強さを **a** という。光合成による二酸化炭素吸収速度と、呼吸による二酸化炭素放出速度が等しくなるときの光の強さを **b** という。

光—光合成曲線の形は、植物の種類や葉の状態によって異なる。①図1は、20℃において得られた、ある陽生植物の光—光合成曲線である。

光合成の過程は、光エネルギーを用いて②アデノシン三リン酸（ATP）と還元物質を作り出す過程と、それらを利用し③二酸化炭素を固定して有機物を合成する過程の2つに大別される。なお、ATPは光化学系IIから光化学系Iまでの電子伝達系の駆動にともなって生成され、さまざまな生命活動に利用される。

問1. 文中の **a** と **b** に最も適切な語を記入しなさい。

問2. 下線部①に関して、図1を参考にして次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) この植物の **a** および **b** の値はそれぞれいくらか、図から読み取り、単位とともに数値で答えなさい。

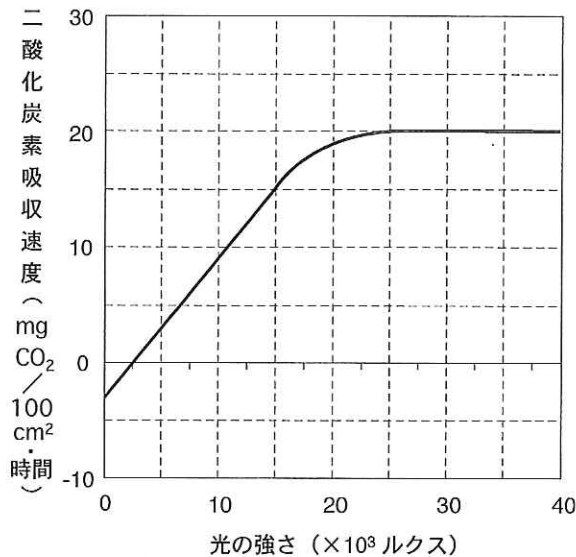


図1

(2) この植物を用いておこなった実験に関して、次の問い1)と2)に答えなさい。有機物重量はグルコースの重量として計算し、小数点以下第一位を四捨五入して答えなさい。ただし、この植物において、光を当てていない時の、呼吸による二酸化炭素放出速度は $3 \text{ mg CO}_2 / 100 \text{ cm}^2 \cdot \text{時間}$ とする。また、原子量は、 $\text{H} = 1$ 、 $\text{C} = 12$ 、 $\text{O} = 16$ とする。

1) 100 cm^2 の面積をもつ葉に 30×10^3 ルクスの光を4時間照射した場合、光合成により生じた有機物重量（真の光合成量）は何mgになるか、答えなさい。

2) 300 cm^2 の面積をもつ葉に、1日に 15×10^3 ルクスの光を14時間照射する明期と、10時間の暗期をあて、2日間生育させた。葉の有機物重量は2日間で何mg増加するか、答えなさい。ただし、つくられた有機物は全て葉にとどまっているとし、また明期および暗期において、呼吸による二酸化炭素放出速度は変わらないものとする。

問 3. 図2を見て、光-光合成曲線に関する次の問い(1)と(2)に答えなさい。ただし、二酸化炭素濃度は一定であるとする。また、図2中の曲線Aは、図1に示した陽生植物の 20°C における光-光合成曲線である。

- (1) この植物の 10°C における光-光合成曲線を図2中にBとして示した場合、最も適切な図はどれか、(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。
- (2) ある陰生植物の 20°C における光-光合成曲線を図2中にBとして示した場合、最も適切な図はどれか、(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

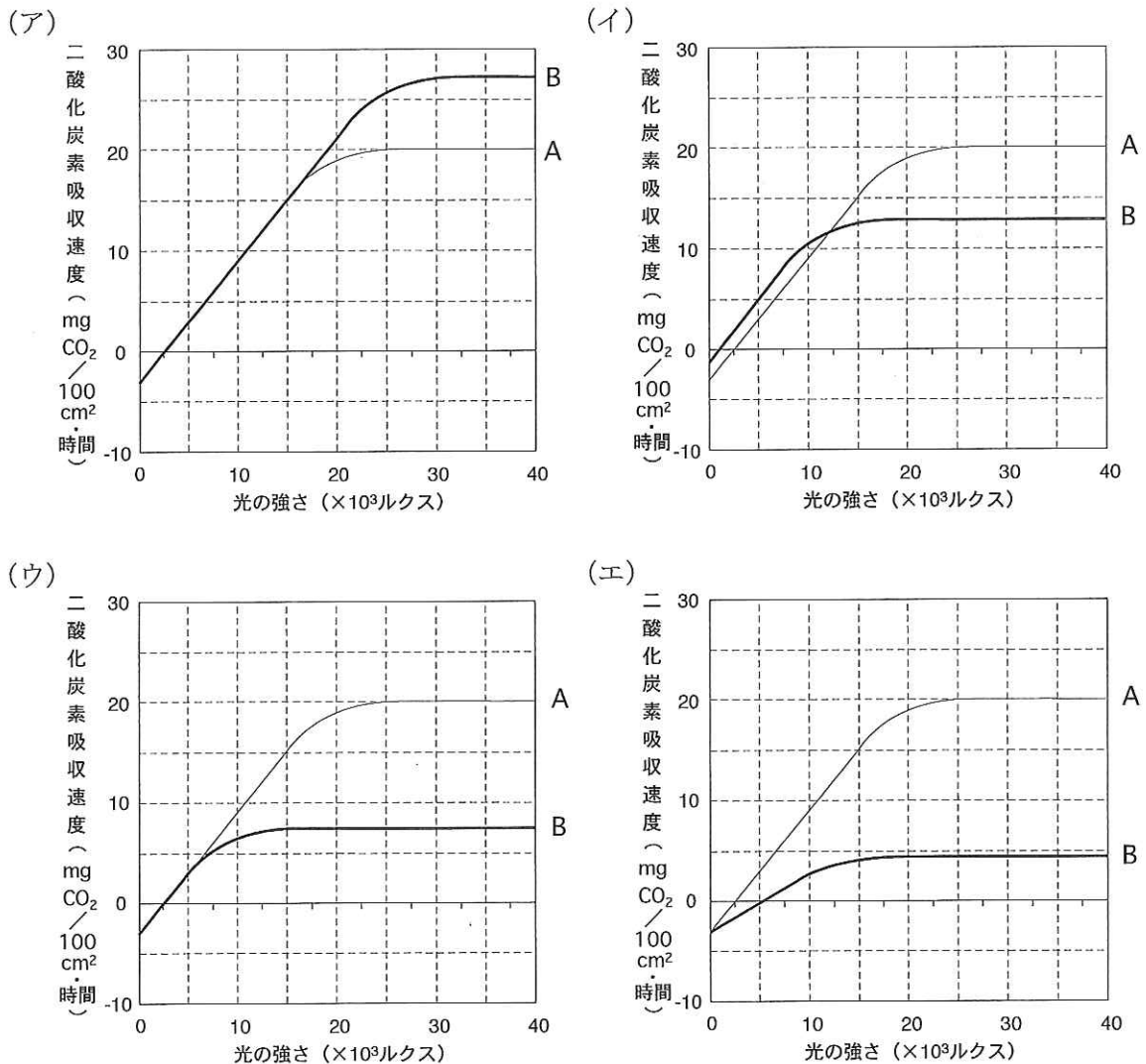


図2

問 4. 図 3 は、葉緑体の内部構造を模式的に示している。下線部②と下線部③がおこなわれている部位として最も適切なものを、図 3 中の A~C から 1 つずつ選び、記号で答えなさい。また、それらの名称も記入しなさい。

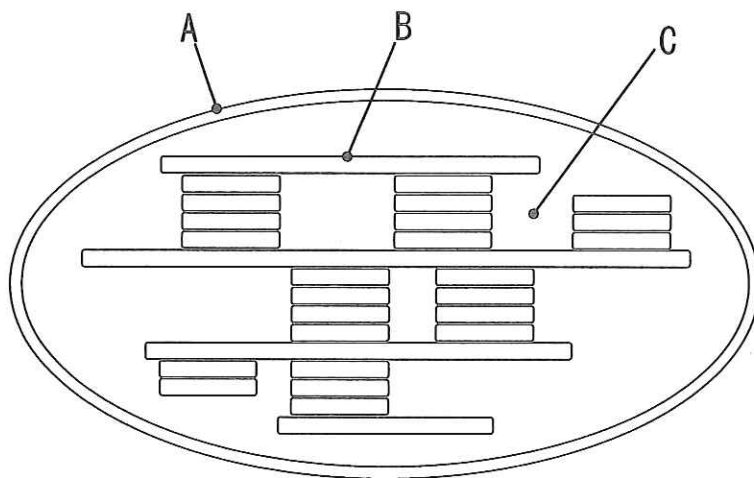


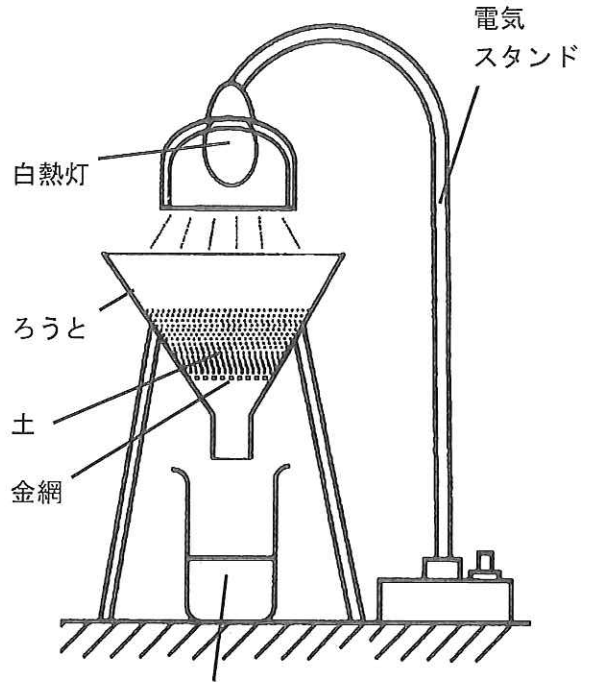
図 3

問 5. 下線部②の最初の段階では、発見者にちなんでヒル反応と呼ばれる反応が起こる。ヒルは、どのような実験をしてどのような発見をしたのか、100 字以内で説明しなさい。

3 は、次のページから始まります。

3 動物の刺激応答に関する次の文章 [A], [B] を読み, 下の問い (問1 ~ 6) に答えなさい。

[A] 土の中の微小な動物を集めるために, 理科室で図1のような装置を組み立てた。金属製のろうとの下にビーカーに70%エタノール液を入れ, ろうとの中には森の中から採取してきた土を入れた。夕方より一夜の間, 電気スタンドを上から点灯し続けたところ, 翌日になって多数の微小な動物がビーカーの中に落ちていた。次の日の夕方, 同じ場所で取ってきた土を入れて再度同じ実験を試みたところ, 午後6時頃の地震で電気スタンドだけが倒れて, ろうとに斜め下から光が当たっていたが, 前日の実験と同程度に多数の微小な動物がビーカーの中に落ちていた。さらに次の日の夕方, もう一度同じ実験をおこなったところ, 電気スタンドの白熱灯が切れており, 微小な動物はごくわずかしかビーカーの中に落ちていなかった。



70%エタノール液
図1

問1. このビーカーの中に落ちていた微小な動物として最も適切なものを, 図2の(ア)~(エ)から1つ選び, 記号で答えなさい。

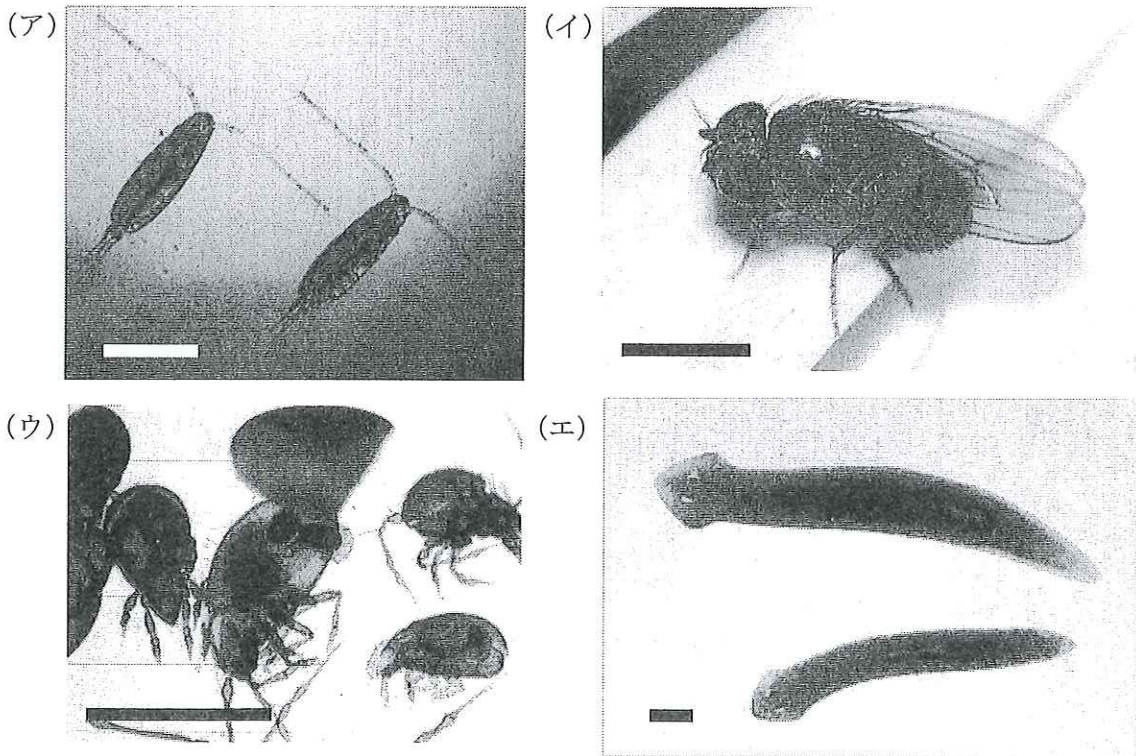


図2

(各図の左下の横線の長さは1.0 mm)

問 2. この微小な動物がピーカーに落ちた刺激応答について、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) この応答に関係する刺激と走性として、最も適切なものを次の(ア)～(キ)および(ク)～(ス)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

[刺激]

- (ア) 光 (イ) 重力 (ウ) 光と重力 (エ) 光と熱
(オ) 重力と熱 (カ) 重力と化学物質 (キ) 光と化学物質

[走性]

- (ク) 正の走光性 (ケ) 負の走光性 (コ) 正の重力走性 (走地性)
(サ) 正の温度走性 (シ) 負の温度走性 (ス) 正の化学走性 (走化性)

- (2) (1)でそのように考えた理由を、100字以内で説明しなさい。

問 3. この動物の刺激応答に近いものとして最も適切なものを、次の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) カブトムシが街灯に向かって飛ぶ。
(イ) ダンゴムシがコンクリートブロックの下に集まる。
(ウ) 雄のガが雌のガに引き寄せられて飛ぶ。
(エ) ゾウリムシが水面の方向に泳ぐ。
(オ) 砂浜のゴカイが砂泥の中に深くもぐる。
(カ) 蚊がヒトをめがけて飛ぶ。

[B] 前の実験に用いた電気スタンドを、ニワトリの飼育室に入れて点灯したところ、多くのニワトリが電気スタンドの周りに集まってきた。しばらくすると、電気スタンドのすぐ近くにいたニワトリの皮膚の血管が し、羽毛を立てる筋肉が し、心拍数が減った。

問 4. 電気スタンドを点灯する前のニワトリの飼育環境として、この飼育室がどのような状態であったのか、20字以内で説明しなさい。

問 5. 文中の と にあてはまる言葉として最も適切な組み合わせを、次の

(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) a. 収縮 b. 収縮 (イ) a. 収縮 b. 弛緩 (ウ) a. 拡張 b. 弛緩 (エ) a. 拡張 b. 収縮

問 6. 下線部の応答を引き起こすのに必要な脳の部位と神経として、最も適切なものを次の
(ア) ~ (エ) および (オ) ~ (ク) からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

[脳の部位]

(ア) 脳下垂体 (イ) 松果体 (ウ) 視床 (エ) 視床下部

[神経]

(オ) 視神経 (カ) 交感神経 (キ) 副交感神経 (ク) 運動神経

4 は、次のページから始まります。

4 配偶子形成と発生・分化に関する次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

有性生殖によって子孫を増やす生物は、配偶子(卵と精子)となる①生殖細胞をつくる。哺乳類の始原生殖細胞は発生初期に生殖腺(卵巣と精巣)の外で出現し、移動して生殖腺に入る。卵巣に入った始原生殖細胞は出生前に減数分裂を開始して②第一分裂前期で停止した状態になる。性成熟期になると減数分裂が再開し、排卵時には③第二分裂中期まで進行して再び停止する。受精によって卵に精子が進入すると同時に減数分裂が再開し、極体を放出する。受精卵は卵割をしながら、卵管から子宮へと送られ、胞胚の時期に着床する。

受精卵には発生に関する全ての情報が含まれていて、細胞分裂が進むにつれて胎盤および身体を構成するさまざまに分化した細胞がつくられる。このように完全な個体を作る能力を④分化全能性とよぶ。⑤胞胚になると細胞の能力が限定され、胞胚の外部の細胞は胎盤になり、内部の細胞塊は胚の組織になる。細胞の運命が決まる過程には遺伝子の発現を制御する調節タンパク質が重要なはたらきをする。

問 1. 下線部①の生殖細胞に関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 生殖細胞は減数分裂によって配偶子をつくる。マウスは38本の常染色体と2本の性染色体をもつが、染色体の分配によって、何通りの組み合わせが作り出されるか、式で答えなさい。
- (2) 実際には、(1)の式から計算されるよりはるかに多い遺伝子の多様性が生み出されている。それは減数分裂のどの時期のどのような現象によるのか、答えなさい。

問 2. 下線部②と③に関して、第一分裂前期および第二分裂中期にそれぞれ当てはまるものを、次の(ア)～(キ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- | | |
|------------------------|------------------|
| (ア) DNAの複製が起こる。 | (イ) 染色体が赤道面に並ぶ。 |
| (ウ) 紡錘体が出現する。 | (エ) 二価染色体が形成される。 |
| (オ) 核膜が消失する。 | (カ) 赤道面にくびれが入る。 |
| (キ) 染色体数が n (単相)である。 | |

問 3. 下線部④に関して、マウスを用いて以下の実験をおこなった。この実験について次の問い(1)と(2)に答えなさい。

[実験] あらかじめ核を抜き取った未受精卵の細胞質に皮膚の細胞から取り出した核を移植してからマウスの子宮に入れたところ、成功率は低いものの卵の発生は正常に進行し、完全な個体ができた。

- (1) この実験結果から、受精卵と皮膚の細胞がもつ遺伝情報に関して、どのようなことが結論できるか、30字以内で答えなさい。
- (2) この実験結果から、未受精卵の細胞質が皮膚の細胞の核に対してどのような作用を及ぼしたと考えられるか、調節タンパク質という語句を入れて、60字以内で答えなさい。

問 4. 下線部④に関して、植物細胞の分化全能性・個体再生能力を調べるために以下の実験をおこなった。この実験について次の問い(1)と(2)に答えなさい。

[実験] タバコの組織をある種の植物ホルモンを含んだ培地で培養すると、未分化な細胞の塊を形成した。2種類の植物ホルモンの濃度と割合を調整して、この未分化な細胞の塊から植物体を再生することができた。

- (1) この未分化な細胞の塊を何とよぶか、名称を答えなさい。
- (2) タバコなどで植物体の再生に必要な2種類の植物ホルモンの名称を答えなさい。

問 5. 下線部⑤に関して、以下の実験をおこなった。この実験について次の問い(1)と(2)に答えなさい。

[実験] 64細胞期の胞胚の外部の細胞を取り出して、蛍光タンパク質遺伝子を導入して、この細胞が分裂してできる子孫細胞も蛍光を発するようにした。この細胞を別の胞胚内部に移植したところ、その後の発生過程において蛍光を発する細胞はすべて胎盤の組織にのみ観察された。胞胚内部の細胞で同様な実験をすると、蛍光を発する細胞は胎児の組織にのみ観察された。

- (1) この実験から、胞胚の細胞の発生運命についてどのようなことが結論できるか、40字以内で答えなさい。
- (2) 発生初期の細胞が胎盤と胚の組織のどちらになるかの運命決定が起こる時期を調べるためには、どのような実験をおこなったらよいか、60字以内で答えなさい。

5 遺伝に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えなさい。

メンデルの遺伝の法則が発見された後、ショウジョウバエ、トウモロコシなどのさまざまな生物を対象に遺伝の研究がおこなわれた結果、①複対立遺伝子、不完全優性、伴性遺伝などが明らかになり、②2対以上の対立遺伝子の相互作用によって説明できる遺伝現象も見つかった。また、2対の対立形質に注目した場合、注目する対立形質の違いによって、優性ホモ接合体と劣性ホモ接合体の間で生じたF₁個体に劣性ホモ接合体を交配させて生じた子には、4通りの異なる表現型の個体が等しい割合で生じる場合と、③2通りの表現型の個体は多く、残りの2通りの表現型の個体は少ない場合があることも知られるようになった。

遺伝情報の発現過程では、まずDNAの構造の一部がほどこけ、そのうちの1本の塩基配列の情報をもとに、aのはたらきにより④RNAが合成される。この過程をbという。真核生物ではDNAの遺伝情報を写しとったcは細胞質へ移動し、リボソームに結合する。リボソームはdとタンパク質からなっている。続いて、特定のアミノ酸に対応したeにより、各アミノ酸が運ばれてくる。各アミノ酸に対応するcの3個の塩基はfとよばれ、遺伝暗号の単位とされる。eがもつ、fに対応する3個の塩基はgとよばれる。リボソームがc上を移動して、fにより指定されるアミノ酸が次々に結合し、タンパク質が合成される。この過程をhという。⑤タンパク質の合成は、さまざまなしくみで調節されている。

問1. 文中の a ～ h に最も適切な語を記入しなさい。

問2. 下線部①による遺伝の例を、次の(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) スイートピーの花の色 (イ) マルバアサガオの花の色 (ウ) カイコガのまゆの色
(エ) ナズナの果実の形 (オ) ABO式血液型

問3. 下線部②の例として、シロイヌナズナの花器官(おしべ、めしべ、花弁、がく片)の形成機構があげられる。花を同心円状に4つの領域に分け、各領域を外側から領域1～4とすると、領域1にはがく片、領域2には花弁、領域3でおしべ、領域4でめしべが形成される。これらの器官形成を調節する遺伝子A、B、Cが存在し、A遺伝子は領域1と2で、B遺伝子は領域2と3で、C遺伝子は領域3と4ではたらく。A遺伝子でがく片が、A、B両遺伝子で花弁が、B、C両遺伝子でおしべが、C遺伝子でめしべが、それぞれ形成されるというABCモデルが提唱されている(図1)。このモデルでは、A遺伝子が欠損するとC遺伝子が領域1と2でもはたらくようになり、C遺伝子が欠損すると、A遺伝子は領域3と4でもはたらくようになる。次の問い(1)～(3)に答えなさい。

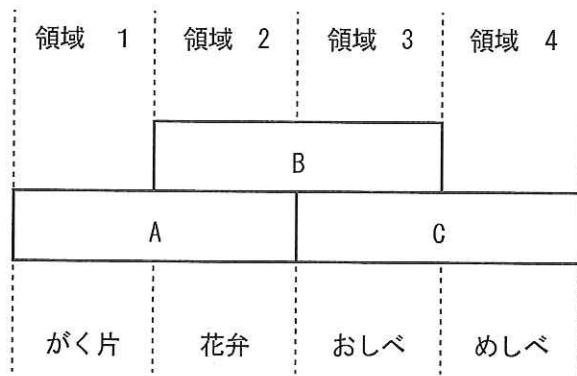


図 1

- (1) A 遺伝子が欠損した場合には、領域 1~4 にはそれぞれ何が形成されるか、最も適切な語を記入しなさい。
- (2) B 遺伝子が欠損した場合には、領域 1~4 にはそれぞれ何が形成されるか、最も適切な語を記入しなさい。
- (3) A, B 両遺伝子が欠損した場合には、領域 1~4 にはそれぞれ何が形成されるか、最も適切な語を記入しなさい。

問 4. 下線部③のような場合となる原因を、60 字以内で説明しなさい。

問 5. 下線部④について、真核生物では、合成直後の RNA の長さが、その後に細胞質へ移動した RNA と比較して違いがある場合が多い。その理由を 60 字以内で説明しなさい。

問 6. 下線部⑤について、大腸菌を、グルコースを含む培地からラクトースを含む培地に変えると、ラクトース分解酵素が盛んに合成されるようになった。そのしくみについて、次の(ア)~(カ)から正しい文を 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) ラクトース分解酵素遺伝子の発現を調節する DNA の塩基配列が変化した。
- (イ) ラクトース分解酵素遺伝子の発現を調節するタンパク質の立体構造が変化した。
- (ウ) ラクトース分解酵素遺伝子の発現を調節するタンパク質のアミノ酸配列が変化した。
- (エ) ラクトース分解酵素遺伝子の塩基配列が変化した。
- (オ) ラクトース分解酵素の立体構造が変化した。
- (カ) ラクトース分解酵素のアミノ酸配列が変化した。