

(平 31 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 5
化 学	6～14
生 物	15～24
地 学	25～28

- ・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

生 物

I 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点19点)

ヒト血液中の血糖濃度が上昇すると、視床下部の血糖調節中枢がそれを感じ取る。その刺激は、副交感神経を介して、すい臓のランゲルハンス島の に伝えられる。それとともに、高血糖の血液は直接ランゲルハンス島の を刺激し、そこからインスリンが分泌される。インスリンは血流に乗って運ばれ、肝臓や筋肉などの標的細胞でのグルコースの取り込みを高める。

血糖濃度の低下も、視床下部の血糖調節中枢によって感知される。その刺激は交感神経や脳下垂体に伝わり、副腎髄質からは が、副腎皮質からは が、それぞれ分泌される。また、低血糖の血液はランゲルハンス島の を刺激して、そこからは が分泌される。 や は肝臓などの細胞に働きかけ、グリコーゲンの分解を促進させる。一方、 は、 からのグルコース生成反応を促進する。

このように、視床下部からの情報が伝わると血糖値が変化し、その変化を視床下部が感じ取って再び調節が行われる。このような調節の仕組みは一般にフィードバック調節^(A)とよばれる。

ある種のホルモンは、細胞膜に存在する受容体に結合すると、細胞内の小胞の移動^(B)をひきおこす。その後、小胞の生体膜は細胞膜と融合する。これにより小胞に存在していた膜タンパク質は細胞膜に移動し、細胞膜の機能が変化する。インスリンもその一例である。図1に示すように、インスリンが標的細胞の細胞膜に存在するインスリン受容体に結合すると、細胞内におけるシグナル伝達により、普段は小胞^(C)の生体膜に存在している GLUT4 という名称のグルコース輸送体が細胞膜へと移動する。これによってグルコースの細胞内への取り込みがすばやく増加し、血糖値が低下する。

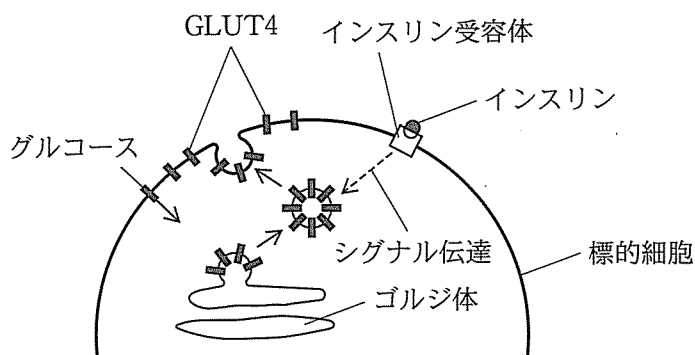


図 1

問 1 空欄 ア ～ カ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(A)について、生物における血糖値調節以外のフィードバック調節の例を一つあげ、それがどのように行われているかを 70 字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問 3 下線部(B)のような作用を示す、インスリン以外のホルモンの例をあげなさい。また、そのホルモンの作用について、どのような膜タンパク質が細胞膜に移動し、その結果どのような細胞機能が調節されているのかを 80 字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問 4 下線部(C)のような小胞と細胞膜との融合現象は、細胞外に物質を分泌する際にも認められる。この現象を何というか、答えなさい。また、反対に細胞膜が陥入して細胞内に物質を取り込むこともある。この現象を何というか、答えなさい。

問 5 GLUT4 などの膜タンパク質は、ゴルジ体から小胞を介して細胞膜に移動する。このようなタンパク質はどこで合成されるか。正しいものをア～エから一つ選び、その記号を答えなさい。

ア 核

イ ミトコンドリア

ウ 遊離したリボソーム

エ 粗面小胞体に付着したリボソーム

問 6 ゴルジ体から生じる小胞は、細胞膜に移動するもの以外に、ある細胞小器官を形成することもある。その細胞小器官の名称を答えなさい。

Ⅱ 次の文章を読んで、問 1 ～ 5 に答えなさい。(配点 19 点)

我々の生命活動は、植物の光合成による有機物の生産によって支えられている。光合成反応は、葉緑体内の ア で行われる光エネルギーを化学エネルギーに変換する段階と、イ で行われる化学エネルギーを利用して無機物である CO_2 と水から有機物を合成する段階に分けることができる。植物の成長と光合成量の間には密接な関係があることから、農作物の生産性を評価する目的で、光合成速度の測定が行われている。主な光合成速度の測定方法としては、葉における CO_2 または O_2 のガス交換速度を測定する方法や、主要な光合成色素である ウ が吸収した光エネルギーから生じる蛍光を測定する方法などがある。

[実験 1]

植物の光合成速度を CO_2 濃度から推定する実験を行った。 CO_2 は赤外線を吸収する性質があることから、空気中の CO_2 濃度は赤外線ガス分析計を用いて測定することができる。図 1 のように葉を植物から切り離さずに、葉の部分のみを透明な箱(同化箱)に入れ、給気口と排気口を設置し、空気(0.04% 二酸化炭素, 21% 酸素, 残りは窒素)を一定の流速で給気口から通気させた。同化箱の中にファンを設置して同化箱内の空気を十分に攪拌し、給気口と排気口を通る空気の CO_2 濃度を測定した。なお、これらの通気口以外からの空気の出入りは無いものとする。

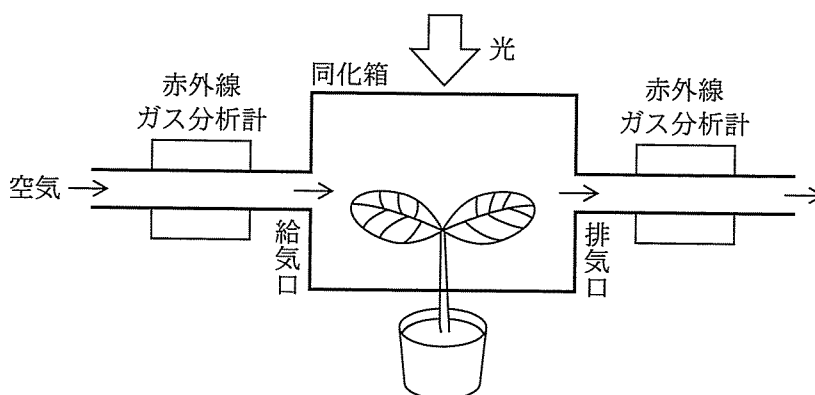
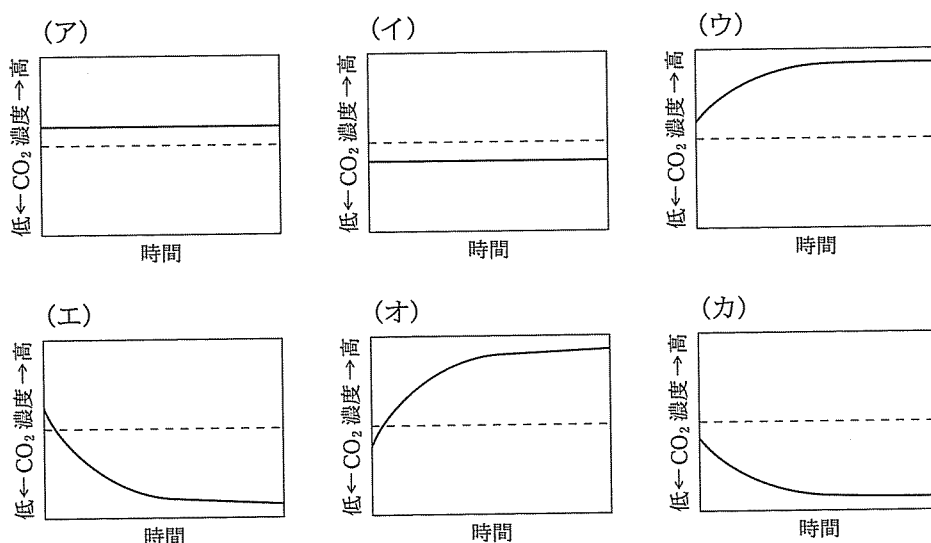


図 1

問 1 空欄 ア ～ ウ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 実験 1 では、まず暗条件に十分な時間、同化箱をおいてから、給気口と排気口の CO_2 濃度を一定時間測定した。その後、光合成を行うのに十分な光を照射し、光照射直後から同様に CO_2 濃度を一定時間測定した。暗条件と光照射後の排気口の CO_2 濃度の変化を表すグラフを(ア)～(カ)より、それぞれ選びなさい。



点線：給気口の CO_2 濃度
実線：排気口の CO_2 濃度

問 3 暗条件での給気口と排気口の CO_2 濃度の差が 0.00024%，光照射を開始してから光合成速度が十分に安定した後の給気口と排気口の CO_2 濃度の差が 0.00200%であった。同化箱を通過する空気の流速が 100 L/1 時間、葉面積が 20 cm^2 であった場合の葉面積当たりの光合成速度(単位は $\text{mgCO}_2/100 \text{ cm}^2$ 葉面積/1 時間)を計算しなさい。なお、給気口と排気口の空気の流速は同じ、明条件と暗条件で呼吸速度は同じと仮定する。また、 CO_2 の分子量は 44、気体の体積は 0℃、1 気圧として計算し、光合成速度の数値は四捨五入して小数点以下 1 桁まで答えなさい。

問 4 植物が光合成を行うには赤色光のみで十分である。しかし、赤色光に青色光を少し加えると、ある光受容体タンパク質の働きが高まり、光合成による CO_2 固定が促進されることがわかっている。この光受容体タンパク質の名称を答えなさい。また、この光受容体タンパク質が CO_2 固定を促進する作用について 15 字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

[実験 2]

葉内における光合成速度の限定要因を明らかにするために、光合成に関係するタンパク質を特異的に発現抑制した遺伝子組換えタバコを作成した。特異的な発現抑制には、対象遺伝子のアンチセンス RNA を発現させるアンチセンス法を用いた。これにより様々なレベルで対象タンパク質の発現が抑制された複数の遺伝子組換えタバコを作成し、実験 1 の方法で光合成速度を測定した。

問 5 図 2 のグラフはカルビン・ベンソン回路のリブローズ 1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ(ルビスコ)とグリセルアルデヒド-3-リン酸デヒドロゲナーゼ(GAPDH)について、それぞれの酵素量をアンチセンス法により特異的に減少させた遺伝子組換えタバコの光合成速度の測定結果である。この結果から判断して、遺伝子組換えをしていない通常のタバコでは、ルビスコと GAPDH のどちらが光合成の主要な限定要因となっていると考えられるか、理由も含めて 80 字以内で述べなさい。ただし、句読点も字数に含める。

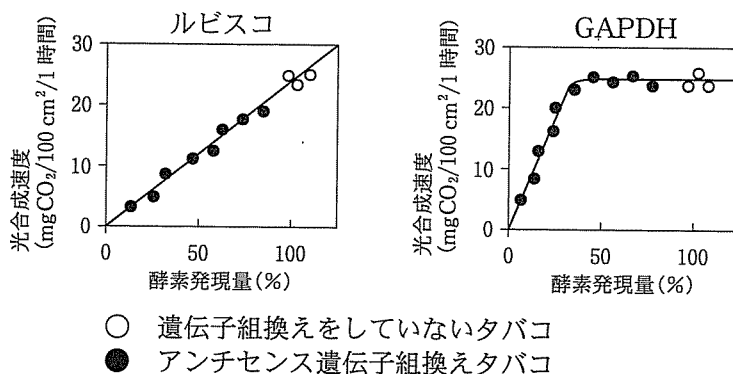


図 2

Ⅲ 次の文章を読んで、問 1～5 に答えなさい。(配点 19 点)

地球上には、形も大きさも多様な生物が生息しており、それぞれに名前がつけられている。生物の最も基本的な分類の単位は種である。種より高次の分類には、似ている生物群を集めてより上位の分類群としてまとめる階層的分類法が用いられる。^(A)

様々な生きものが存在していることを指す生物多様性は種の多様性だけでなく、生態系の多様性、遺伝的多様性を含む 3 つの段階の多様性に分けて考えられる。生態系の多様性とは、例えば森、草原、河川、水田などのように様々な種類の生態系が存在することである。ある生物が占める空間や食物連鎖上の位置などの生態的な位置づけを というが、多様な生態系は多様な を生み、多くの種が共存できるようになる。また、繁殖や成長などの生活史における各段階において複数の生態系を利用する種^(B)にとっては、それらの複数の生態系が隣接していることが重要となる。遺伝的多様性は、種内の遺伝的な多型の豊富さを示しており、遺伝的多様性の減少^(C)は環境変動や感染症等による絶滅リスクを高めると考えられる。

生物多様性を生み出す原動力となるのは遺伝子の突然変異によってもたらされる生物の進化である。多細胞生物の場合、突然変異は でも でもおこるが、そのうち でおきた変異は次世代に伝わる可能性がある。突然変異によって個体の生存や繁殖にとって有利な形質を獲得した個体は、そうでない個体より多くの子孫を残すことができる。このような過程を経て有利な形質を持つ個体が集団内に増加し、不利な形質を持つ個体が減少することを と呼ぶ。一方、生存や繁殖にとって有利でも不利でもない遺伝的変異が によって偶然集団内に固定されることがある。このような中立的な変異も進化の重要な要因とされる。

近年、生物多様性は様々な要因によって減少している。特に、開発などによる生息地の分断と縮小、そして外来生物^(D)の侵入による影響が大きいとされる。これらの原因で個体群の縮小や遺伝的多様性の減少がおこると、個体群の絶滅リスクが高くなる。

問 1 空欄 ア ～ オ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(A)について、より上位の分類階級から下位の分類階級の順に並んでいるものは以下の①～⑥のどれか、選びなさい。

- ① 科—目—属—種
- ② 科—属—目—種
- ③ 目—科—属—種
- ④ 目—属—科—種
- ⑤ 属—科—目—種
- ⑥ 属—目—科—種

問 3 下線部(B)について、複数の生態系を利用する生物の例をあげ、その生物がどのような生態系をどのように利用するか 50 字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問 4 下線部(C)について、近年の研究によって、ヒトの Y 染色体の遺伝的多様性は約 4,000 ～ 8,000 年前に大きく減少したと考えられている。一方、同時期にヒトのミトコンドリア DNA の遺伝的多様性は大きな変化を示していないとされている。このような遺伝的多様性が Y 染色体では減少しミトコンドリア DNA では減少しないという現象はどのような場合におこりえるのか、80 字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含める。

問 5 下線部(D)について、日本の「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」(外来生物法)によって特定外来生物に指定されている外来生物を 1 つあげなさい。

IV 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点18点)

優性と劣性の2つの対立遺伝子があるとき、このヘテロ接合体同士を交配すると、得られる3つの遺伝子型は、優性ホモ接合とヘテロ接合と劣性ホモ接合が1:2:1の比で出現するのが一般的である。この分離比は、ヘテロ接合体において2つの対立遺伝子が配偶子へ均等に分配され、いずれの対立遺伝子を持った配偶子も同じ効率で受精卵の形成にあずかることが前提となっている。そしてこの前提が成り立つことは、ヘテロ接合体に劣性ホモ接合体を交配する ア 交雑を行った子世代で、ヘテロ接合と劣性ホモ接合が イ に分離することにより確認できる。しかし、この前提が成り立たない場合、子世代での分離比は1:2:1からゆがむことになる。

ある被子植物に、独立した遺伝子座ⅠおよびⅡがあり、それぞれ優性*A*および劣性*a*、優性*B*および劣性*b*の各対立遺伝子が存在している。遺伝子座ⅠとⅡは別の染色体上にあり、お互い相手の形質には影響を与えない。ヘテロ接合体を自家受精したところ、遺伝子座ⅠでもⅡでも、子世代での優性ホモ接合とヘテロ接合と劣性ホモ接合の分離比が1:2:1にならなかった。そこで以下に示すような交雑実験を行って、それぞれの対立遺伝子が雌性あるいは雄性配偶子を通して受精卵へどのように伝達されるか調査した。

- ・実験結果(1) 遺伝子座Ⅰのヘテロ接合体に、*AA* 個体の花粉を受粉させたところ *AA* と *Aa* の子が、また *aa* 個体の花粉を受粉させたところ *Aa* と *aa* の子が、いずれも1:1に分離した。すなわち、遺伝子座Ⅰのヘテロ接合体の雌性側からは、*A* の配偶子と *a* の配偶子が等しく後代に伝えられた。
- ・実験結果(2) 遺伝子座Ⅰのヘテロ接合体の花粉を、*AA* 個体に受粉させたところ *AA* と *Aa* の子が、また *aa* 個体に受粉させたところ *Aa* と *aa* の子が、いずれも2:1に分離した。すなわち、遺伝子座Ⅰのヘテロ接合体の花粉側からは、*A* の配偶子の方が *a* の配偶子の2倍の頻度で後代に伝えられた。
- ・実験結果(3) 遺伝子座Ⅱのヘテロ接合体に、*BB* 個体の花粉を受粉させたところ *BB* と *Bb* の子が、また *bb* 個体の花粉を受粉させたところ *Bb* と *bb* の子が、い

いずれも 4:1 に分離した。すなわち、遺伝子座Ⅱのヘテロ接合体の雌性側からは、 B の配偶子の方が b の配偶子の 4 倍の頻度で後代に伝えられた。

- ・実験結果(4) 遺伝子座Ⅱのヘテロ接合体の花粉を、 BB 個体に受粉させたところ BB と Bb の子が、また bb 個体に受粉させたところ Bb と bb の子が、いずれも 2:1 に分離した。すなわち、遺伝子座Ⅱのヘテロ接合体の花粉側からは、 B の配偶子の方が b の配偶子の 2 倍の頻度で後代に伝えられた。

問 1 空欄 にあてはまる最も適切な語句と、空欄 に入る分離比を答えなさい。

問 2 実験結果(1)と(2)をふまえて、遺伝子座Ⅰのヘテロ接合体を自家受精したときの、遺伝子型が AA と Aa と aa である子の分離比を答えなさい。

問 3 実験結果(3)と(4)をふまえて、遺伝子座Ⅱのヘテロ接合体を自家受精したときの、遺伝子型が BB と Bb と bb である子の分離比を答えなさい。

問 4 遺伝子座Ⅰと遺伝子座Ⅱ両方のヘテロ接合体を自家受精したとき、どのような遺伝子型の子が出現するか、その分離比とともに答えなさい。