

選択科目

(医学部)

— 2月3日 —

物理 }
化学 } この中から1科目を選択して解答しなさい。
生物 }

科目	問題のページ
物理	1～6
化学	7～16
生物	17～30

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し、解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

1

体内環境の維持に関するⅠとⅡの文章を読み、それぞれ以下の各問いに答えなさい。

Ⅰ. ヒトを取り巻く環境(外部環境)は常に変化し、その変化に影響を受けながらも体内環境(内部環境)は一定に保たれ、生命を維持する細胞は安定した活動を^(イ)持続している。体内環境は、意志とは無関係にはたらく(a)とホルモンによって調節されており、これらのはたらきは、主に脳の一部である間脳の(b)が中枢になって統合されている。(b)でのホルモンの分泌調節は、「最終的につくられた物質や生じた結果が、前の段階にさかのぼって作用する」といったしくみによって調節される。このような調節機構を(c)という。

大部分のホルモンは、(d)腺から血液中に放出され、体液^(ロ)の循環によって全身に送られ、特定の器官(標的器官)に微量で作用し、決まった反応(生理活性)を起こさせる物質である。標的器官には、特定のホルモンを結合する標的細胞^(ハ)が存在する。ホルモンには、(e)や脂質の一種(誘導脂質)からできた比較的小さな分子の小さなものや、ポリペプチド鎖やタンパク質でできた前者より分子の大きなものがある。ホルモンが細胞膜の膜構造^(ニ)を透過できるか否かで、標的細胞での作用(情報伝達)の仕方に違いがある。

問1 文章中の空欄(a)～(e)に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。なお、文章ⅠおよびⅡの(a)～(l)の解答内で同一語句をもちいない、または同一表現にならないようにすること。

問2 下線部(イ)のように体内環境を一定に保つ性質を何と呼ぶか、答えなさい。

問3 下線部(ロ)の体液は、脊椎動物では3つに分類できる。文章Ⅰ中に挙げられている「血液」以外の2つを答えなさい。

問4 下線部(ハ)の標的細胞には、特定のホルモンを結合するタンパク質が存在している。そのようなタンパク質を総称して何と呼ぶか、答えなさい。

問5 下線部(ニ)のような膜構造を構成する主な脂質分子は何か、答えなさい。

II. 血糖量とは、血液に含まれる (f) の量をいう。その量は摂食時、あるいは食後に高くなり、空腹時には低くなるが、 (a) とホルモンのはたらきにより、一定の範囲内に調節されている。間脳の (b) が、食事に伴う血糖量の増加を感知すると、 (g) 神経を通じてすい臓のランゲルハンス島 B 細胞を刺激し、あるいは B 細胞が血液から血糖量の増加を直接感知し、ホルモンであるインスリンが血中に分泌される。インスリンは、標的組織・細胞において (f) の吸収・分解を促し、主に肝臓や筋肉では (h) の合成を促す。

一方、長時間の空腹時や激しい運動などによる血糖量の減少を間脳の (b) が感知すると、 (i) 神経を通じて副腎 (j) からアドレナリンが分泌される。また、すい臓のランゲルハンス島 A 細胞は、 (i) 神経を介した刺激や血液から血糖量の減少を直接感知してグルカゴンを分泌する。アドレナリンやグルカゴンは、主に肝臓や筋肉に貯蔵された (h) の分解を促すことで、血糖量を増加させる。これと同時に、血糖量の減少を感知していた間脳の (b) は、脳 (k) 前葉を刺激して、副腎 (l) 刺激ホルモンの分泌を促す。

問6 文章中の空欄 (f) ~ (l) に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。なお、文章 I および II の (a) ~ (l) の解答内で同一語句をもちいない、または同一表現にならないようにすること。

問7 下線部 (※) および下線部 (ハ) は、いずれも血糖量を増加させるための生体反応であるが、これらの作用には伝達時間、あるいは持続性に違いがある。伝達時間が「短い方」および持続性が「高い方」を、それぞれ下線部記号 (※) または (ハ) のいずれかで答えなさい。

問8 下線部 (ハ) の刺激により放出される糖質コルチコイドは、ストレスホルモンとも呼ばれ、誘導脂質から合成されるステロイドホルモンの一種である。糖質コルチコイドによる生体反応が続くと、疲労物質として知られる物質が産生され、その物質の血液中での濃度が高くなる。この物質名、および、その解毒作用をもつ代謝経路名をそれぞれ答えなさい。

2 次の文章を読み、以下の各問いに答えなさい。

スイートピーの花が紫で花粉が長い品種と、花が赤く花粉が円形の品種とを交配すると、子 (F_1) には紫花で長花粉の表現型のみが現れた。この F_1 に赤花・円花粉の品種を交配して得られた種子からは、「紫花・長花粉：紫花・円花粉：赤花・長花粉：赤花・円花粉」の表現型が、「7：1：1：7」の分離比で現れた。さらに、 F_1 の自家受粉によって F_2 を得た。なお、突然変異は生じないと仮定する。また、問3、問5、問6は有効数字3けたの数値で答えなさい。

問1 下線部の交配で得られた種子からできる花の表現型の分離比は F_1 の配偶子の比と一致する。その理由について、句読点を含めて45字以内で答えなさい。

問2 下線部のような交配を何と呼ぶか、答えなさい。

問3 花の色と花粉の形の形質を決定する遺伝子座は同一の染色体上にあり、完全に連鎖せず、最終的に組換えが生じていると考えられる。この時の組換え価を百分率で答えなさい。

問4 乗換えは相同染色体間で生じるが、減数分裂のどの段階で生じるのか、以下の a～g の選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| a. 第一分裂前期 | b. 第一分裂中期 | c. 第一分裂後期 |
| d. 第二分裂前期 | e. 第二分裂中期 | f. 第二分裂後期 |
| g. 第二分裂終期 | | |

問5 F_2 で紫花であるものの何%が、それらの自家受粉によって得られる次世代に、赤花のものを生じる可能性を持つか、百分率で答えなさい。

問6 F_2 で紫花・長花粉であるものの何%が、それらの自家受粉によって得られる次世代に、紫花・長花粉のもののみを生じるか、百分率で答えなさい。

3

次のⅠとⅡの文章を読み、それぞれ以下の各問いに答えなさい。

Ⅰ. 多細胞生物では細胞間で情報や物質の交換が行われ、複数種類の細胞が役割を分担して統合された個体を構成する。従って、複数個の細胞で構成される生物であっても、単一の細胞が集まっただけのものは群体と呼ばれ、多細胞生物とはみなされない。多細胞生物が地球上に出現したのは先カンブリア時代の末期である6億～9.5億年前頃と考えられている。多細胞化は様々な系統の進化の過程で何度も独立に起きたことが知られているが、ほとんどの場合ですでに長大な時間が経過しており、単細胞生物から多細胞生物への進化がどのように起こったかを、現在得られる情報から理解するのは難しい。緑藻類のボルボックス目には、多細胞体であるボルボックス、単細胞体であるクラミドモナスのほか、8細胞という、ごく少数の細胞で1個体を形成するゴニウムのような中間体の種が存在している。さらに、ボルボックスが多細胞になったのはずっと新しい5000万年前と考えられており、多細胞化がどのように起こったかを考えるのに有利なモデル生物であるといえる。以下、これら3種の生活環について説明する。

クラミドモナス(図1)は、2つの鞭毛を持つ単細胞生物である。通常の栄養条件下で核相は(A)であり、複数回の細胞分裂ののち細胞壁を破って娘細胞を生じて増える(図1-a～c)。低栄養条件下では+型(図1-e)または-型(図1-d)の(B)となり、違う型どうしが接合して(図1-f)核相が(C)の(D)となり休眠状態になる(図1-g)。(D)は生育に適切な環境条件が整うと(E)分裂を行って遺伝子を組換え、遺伝的に異なる2体を生じ、通常の栄養条件下の生活環にもどる。

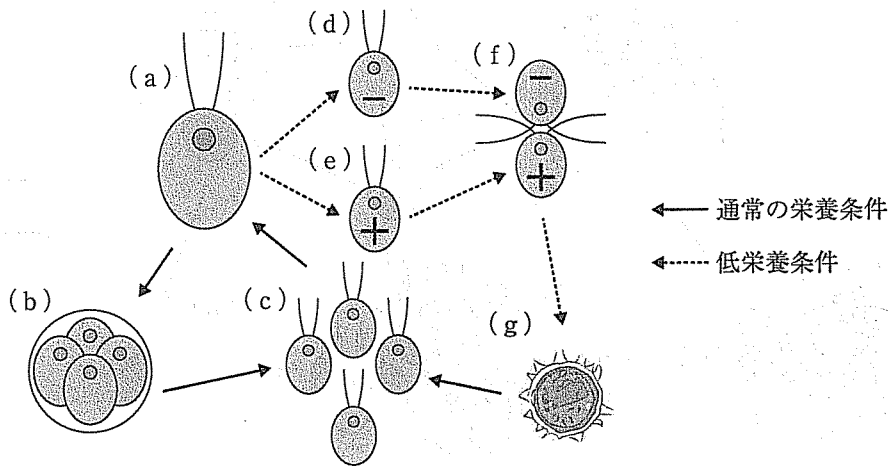


図1 クラミドモナスの生活環

ボルボックス(図2)はクラミドモナスによく似た細胞が数千個からなる単層を形成し、直径0.5mmほどの中空の球形構造となっている。各細胞は鞭毛の運動を協調して行い、光の方向に向かって回転しながら移動することができる。中空の部分には細胞外基質と呼ばれる物質に囲まれた小型の球体が複数個存在しているが、これらは生殖細胞である。生殖細胞からは親個体と相似した幼体が生じる(図2-a)。幼体が十分に成長すると、成体を破り外に出て新しい個体として成長する。一方、残された成体由来の細胞は個体としての生命を維持できず死滅する(図2-b, c)。生殖細胞は低栄養環境下では卵子または精子を生じ(図2-d, e)、受精後(図2-f)トゲ状の細胞壁を持つ(D)となり(図2-g)休眠状態に入る。(D)は生育に適切な環境条件が整うと発芽して(図2-h)、再び成長を開始する。

生 物

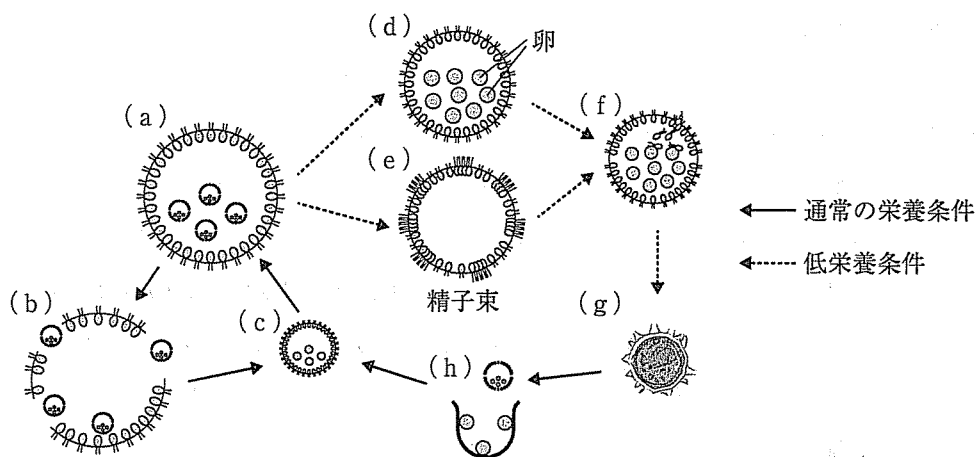


図2 ボルボックスの生活環

ゴニウム (図3) はクラミドモナスによく似た細胞が8個集まってコロニーを形成する。これらは8個単位で細胞周期を同調し、核相 (A) の生活環を形成する (図3-a~c)。低栄養環境下では (B) を形成し、クラミドモナスと類似した (F) 生殖を行う (図3-d~g)。しかし、ボルボックスのような生殖細胞は存在せず、精子や卵子を生じることはない。

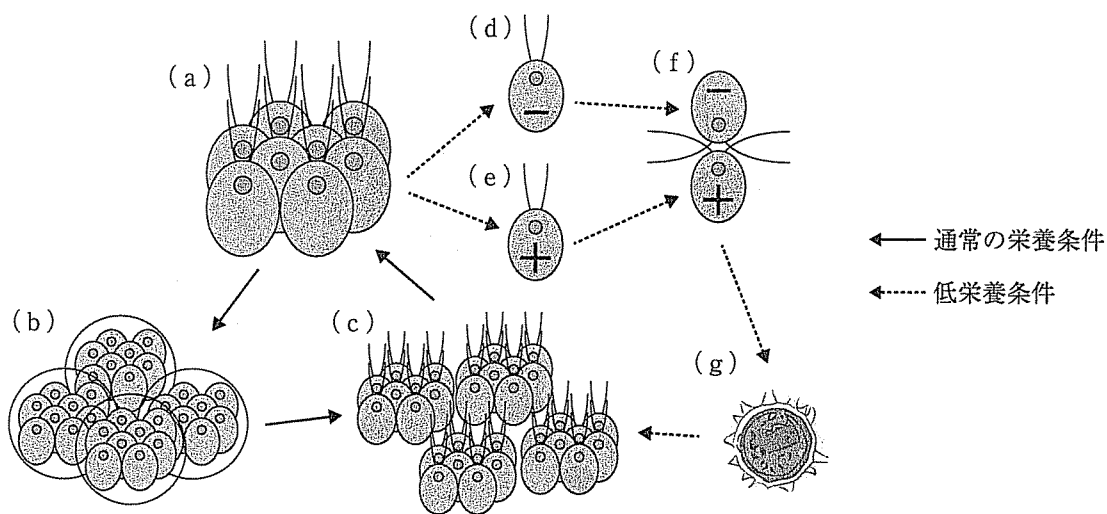


図3 ゴニウムの生活環

問1 文章Iの空欄 (A) ~ (F) に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(1)について、なぜ分岐年代が新しい方が有利なモデル生物になるのか、ゲノムの観点から、句読点を含めて40字以内で答えなさい。

II. 全ゲノム配列を比較したところ、ゴニウムとボルボックスでは共通しているが、クラミドモナスには無い特徴を持つ遺伝子として、RBと呼ばれる遺伝子が見つかった。RB遺伝子はゴニウム、ボルボックス、クラミドモナス全てのゲノムに存在しているが、ゴニウム、ボルボックスではRB遺伝子の一部が短くなっていることがわかった。短くなった部分はゴニウム、ボルボックスで共通であった。

人為的操作により RB 遺伝子を欠失したクラミドモナス変異体を単離したところ、細胞周期の進行に異常が生じ増殖速度は低下した。この変異体に野生型クラミドモナスの RB 遺伝子を導入すると細胞周期の進行や増殖速度は正常になった。驚いたことに、この変異体にゴニウムの RB 遺伝子を導入した場合には、細胞周期の進行が回復するだけでなく、分裂した細胞がひとかたまりになりゴニウムに似た群体を形成して増殖するようになった（ゴニウム様クラミドモナス変異体）。RB タンパク質は、転写因子 E2F/DP に結合して、その活性を調節することがわかっている。上記のゴニウム様クラミドモナス変異体を、E2F/DP 遺伝子を欠損するクラミドモナス変異株と交雑したところ、増殖速度が低下し、⁽³⁾群体は形成せず単細胞体となった。以上の結果は、新しい遺伝子が創出されなくても、遺伝子発現の調節が変化するだけで表現型の大きな変化が起こりうることを示している。

しかし、ゴニウムとボルボックスでゲノムの比較を行った場合には、ボルボックスにのみ存在する複数の遺伝子が見つかった。したがって、ゴニウムからボルボックスへと進化する過程で複数の新たな遺伝子が創出されたことにより、多細胞生物の重要な性質の獲得につながったと思われる。⁽⁴⁾

問3 下線部(3)の結果から言えることを、以下の a～d の選択肢の中から最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

- a. ゴニウム RB は E2F/DP のはたらきを介して群体形成を行う
- b. クラミドモナス RB は E2F/DP のはたらきを介して単細胞化を行う
- c. ゴニウム E2F/DP は RB のはたらきを介して群体形成を行う
- d. クラミドモナス E2F/DP は RB のはたらきを介して単細胞化を行う

問4 E2F/DP 遺伝子によってコードされるタンパク質の機能として最も適切なものを、以下の a～d の選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- a. 細胞周期を進行させる遺伝子の転写を行う
- b. 細胞周期を停止させる遺伝子の転写を行う
- c. 細胞周期を進行させる遺伝子の翻訳を行う
- d. 細胞周期を停止させる遺伝子の翻訳を行う

問5 群体の成立に当たって、RB の変異がどのように寄与したと考えられるか。以下の a～h の選択肢の中から最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

- a. 細胞周期を進行させる遺伝子の転写の時期や量がコントロールされにくくなった
- b. 細胞周期を停止させる遺伝子の転写の時期や量がコントロールされにくくなった
- c. 細胞周期を進行させる遺伝子の翻訳の時期や量がコントロールされにくくなった
- d. 細胞周期を停止させる遺伝子の翻訳の時期や量がコントロールされにくくなった
- e. 細胞周期を進行させる遺伝子の転写の時期や量がコントロールされやすくなった
- f. 細胞周期を停止させる遺伝子の転写の時期や量がコントロールされやすくなった
- g. 細胞周期を進行させる遺伝子の翻訳の時期や量がコントロールされやすくなった
- h. 細胞周期を停止させる遺伝子の翻訳の時期や量がコントロールされやすくなった

問6 下線部(4)の内容に関連して、下線部(2)は多細胞生物には「個体の死」という現象が起こるようになったことを示すとらえることができるが、それは、多細胞生物が2種類の異なる細胞から成る事による。

- (1) 2種類の細胞とはどのような細胞か、それぞれの名称を答えなさい。
- (2) この現象は2種類の細胞のどのような特徴に由来するか、句読点を含めて45字以内で答えなさい。

4 次の文章を読み、以下の各問いに答えなさい。

植物は無機物であるCO₂から有機物をつくりだすことができる。これは光合成と呼ばれ、葉緑体という細胞小器官で行われている。光合成はどのようにして光エネルギーから有機物を合成できるのか。多くの研究者が興味を抱いて、その仕組みが研究されてきた。以下に代表的な実験例を示す。

1. ヒルの実験

植物から抽出した葉緑体を、CO₂を除去した試験管内の水に懸濁した。これにシュウ酸鉄(Ⅲ)を加えた後、空気を抜いた。これに光を当てると酸素が発生し、シュウ酸鉄は(A)されシュウ酸鉄(Ⅱ)となった。これを「ヒル反応」と名付けた。

2. ベンソンの実験(図1)

「光なし・CO₂あり」と、「光あり・CO₂なし」という2種類の条件の実験箱に植物体を交互に入れて、光合成の有無を測定した。その結果、「光あり・CO₂なし」という条件から「光なし・CO₂あり」の条件にしたときだけ光合成が短時間のみ起こった。継続的な光合成は、光とCO₂の両方がある条件でなければ起こらなかった。

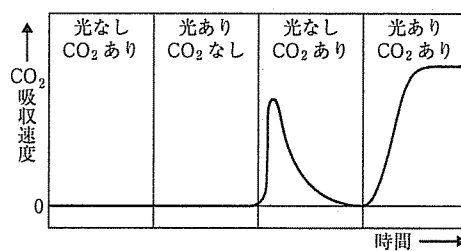
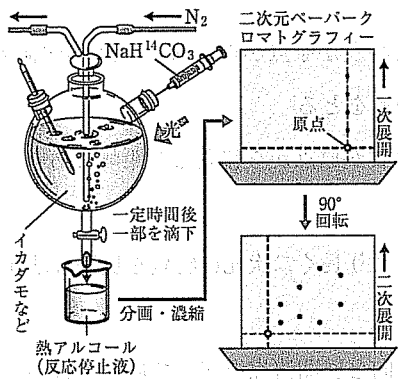


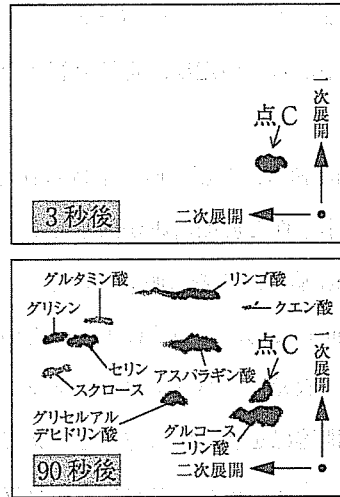
図1 ベンソンの実験

3. カルビン・ベンソンの実験(図2 a~d)

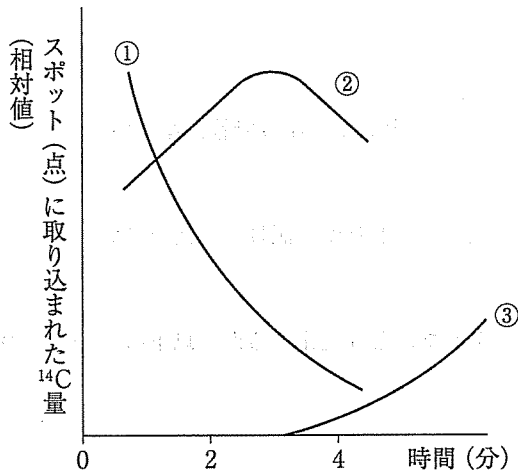
イカダモをフラスコ内で培養しながら放射性炭素¹⁴Cで標識した¹⁴CO₂(NaH¹⁴CO₃)を加えて3秒間または90秒間光を当て、光合成を行わせた(図2 a)。合成された有機物を抽出し、図2 bの結果に示されるように、合成された有機物を二次元ペーパークロマトグラフィーで分離し、放射性炭素を指標として¹⁴CO₂に由来する炭素化合物の行方を解析した。図2 bのいくつかのスポット(点)での¹⁴Cの放射線量を経時的に測定した結果を表したグラフが図2 cである。これらの事実から吸収したCO₂からグルコースなど有機物を合成する反応経路が明らかにされた(図2 d)。



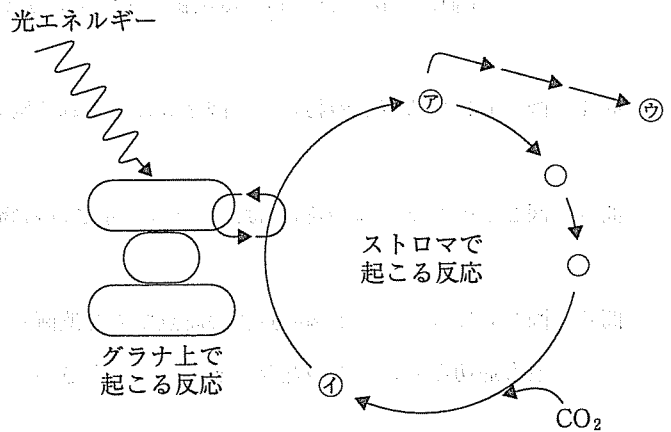
a カルビン・ベンソンの実験の模式図



b 二次元ペーパークロマトグラフィーの結果



c 二次元ペーパークロマトグラフィースポット(点)の¹⁴C放射線量の経時変化



d 解明された光合成の仕組み

図2 カルビン・ベンソンの実験

問1 ヒルの実験において、シュウ酸鉄はどのような変化を受けたと考えられるか。空欄 (A) に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 1. ヒルの実験, 2. ベンソンの実験, 3. カルビン・ベンソンの実験でわかることは何か, それぞれの実験について, 以下の(あ)~(か)の選択肢の中から選び, 記号で答えなさい。ただし答えは1つとは限らない。

- (あ) 光合成は光エネルギーを吸収する過程と CO_2 から有機物を合成する過程に分けられる
- (い) 光エネルギーによって H_2O が分解される
- (う) 光エネルギーは光合成色素に吸収される
- (え) 吸収された CO_2 は最初1種類の有機物から, 様々な有機物に変えられる
- (お) 光エネルギーによって, 有機物合成反応に必要な条件がえられる
- (か) 光合成によって ATP がえられる

問3 下線部Bの二次元ペーパークロマトグラフィーについて説明した文章として適切なものを、以下の(1)～(5)の選択肢の中から2つ選び、番号で答えなさい。

- (1) Rf 値は、ろ紙に吸い上げられた展開溶媒の最前線と物質が原点から移動した距離の割合であり、室温などの基本条件と展開溶媒が同じであれば物質により固有の値をとる
- (2) Rf 値は、ろ紙に吸い上げられた展開溶媒によって物質が原点から移動した距離であり、基本条件と展開溶媒が同じであれば物質により固有の値をとる
- (3) 二次元ペーパークロマトグラフィーは方向を変え、より長く二次元に物質を展開分離する実験手法であり、展開溶媒を変えずに方向を変えて展開する
- (4) 二次元ペーパークロマトグラフィーは二次元目に方向と展開溶媒を変えて展開を行い、展開溶媒は物質による Rf 値が一次元目と似た数値を示す同系統のものが望ましい
- (5) 二次元ペーパークロマトグラフィーは二次元目に方向と展開溶媒を変えて展開を行い、展開溶媒は物質による Rf 値が一次元目と異なる数値を示すものが望ましい

問4 図2 bにある点Cの物質は、図2 dに示される物質⑦、①、⑨のどれか。記号で答えなさい。

問5 図2 cのグラフ②の物質は、図2 dに示される物質⑦、①、⑨のどれか。記号で答えなさい。

問6 図2 cについて、下図の点線の時点で光を遮断した場合、グラフはどう変化するか。以下の(ア)～(オ)の図の中から最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

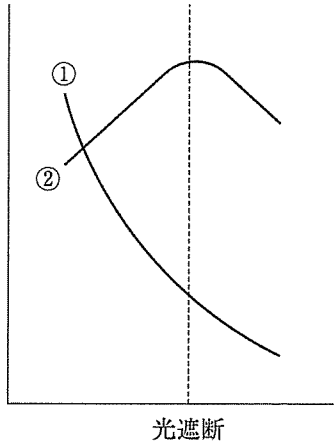
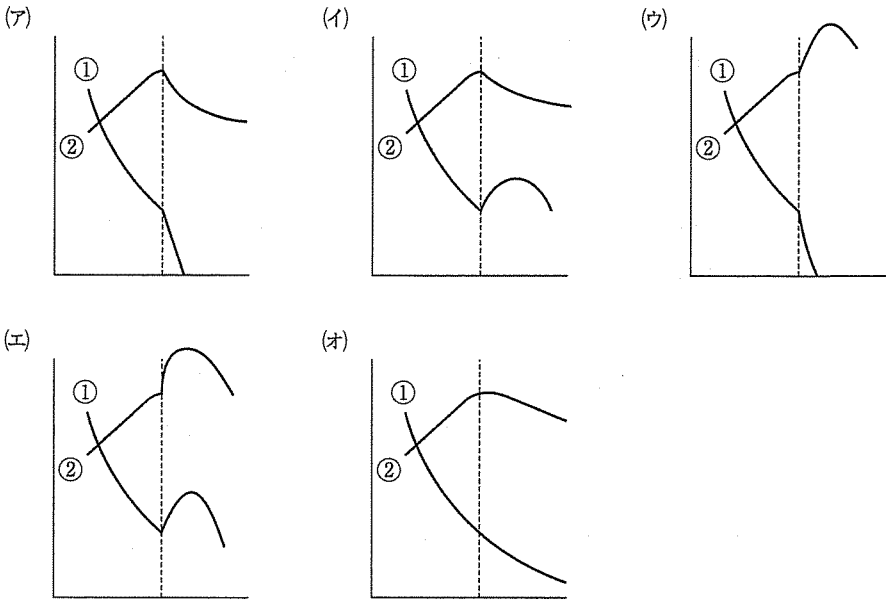


図2 cより



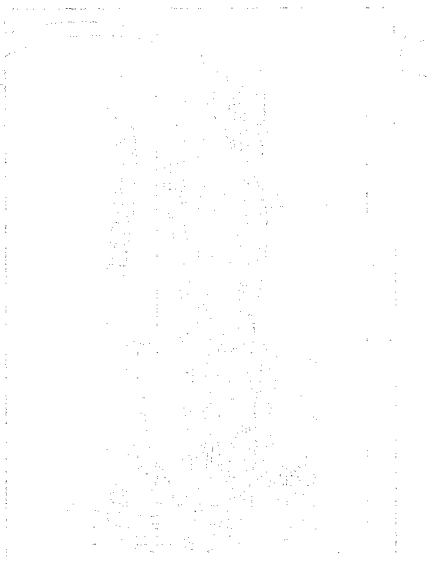
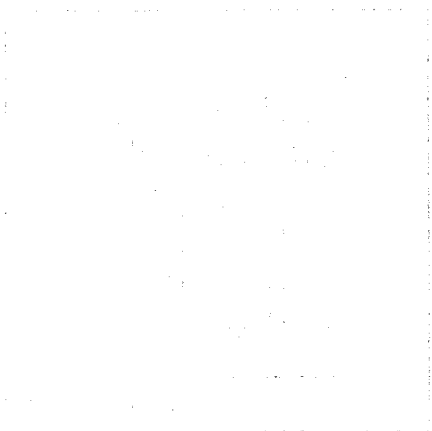
問7 葉緑体のグラナは光合成色素をもつ袋状の構造体であり、光エネルギーを受けて電子伝達系が駆動し、プロトン濃度勾配を形成する。葉緑体に下記1～3のような処置をして光を当て、光合成の実験を行った。それぞれの処置の結果はどのように予想されるか。以下のa～eの選択肢の中から最も適切なものをそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。ただし同じ記号を複数回使っても構わない。

処置1 葉緑体をすり潰して均質液(ホモゲネート)として実験に用いた。

処置2 膜の間の H^+ の濃度勾配を無くしてしまう脱共役剤という薬剤がある。これを添加して実験に用いた。

処置3 ミトコンドリアの電子伝達系を停止させる、チトクロームオキシダーゼの阻害剤がある。これを添加して実験に用いた。

- a. ヒル反応は起こるが、ATPは合成されず、ストロマで起こる反応が回らないため、光合成は起こらない
- b. ヒル反応は起こらず、ATPも合成されず、ストロマで起こる反応が回らないため、光合成は起こらない
- c. ヒル反応は起こらず、ATPも合成されないが、ストロマで起こる反応は回るため、光合成は起こる
- d. ヒル反応は起こらないが、ATPは合成され、ストロマで起こる反応が回るため、光合成は起こる
- e. ヒル反応は起こり、ATPも合成され、ストロマで起こる反応が回るため、光合成は起こる



5

次の文章を読み、以下の各問いに答えなさい。

小腸の内壁(図1 A)は絨毛と呼ばれる栄養素を吸収するための細かい突起でおおわれており、その絨毛はさらに細かい突起である微絨毛を持つ上皮細胞が一行に並んだ単層を形成している(図1 B)。小腸上皮細胞の小腸内腔に面している側(微絨毛がある側)を管腔面と呼ぶ。一方、その反対側面、つまり血管に面している側を基底膜面と呼ぶ(図1 C)。小腸上皮細胞は、グルコースを管腔面の糖輸送体から細胞内に取り込んで、基底膜面の糖輸送体から細胞外に放出する。このことにより、食事に含まれるグルコースは小腸内腔から吸収され、血液を通じて全身に運ばれる。この小腸内腔から血液中へのグルコースの移動は、小腸上皮細胞の細胞膜上に存在する糖輸送体を介して行われる。この糖輸送体は、GLUTとSGLTと呼ばれる2種類に分類される。GLUTは、ほぼすべての細胞に存在し、細胞内外のグルコース濃度に従い、受動輸送によってグルコースを移動させる。一方、SGLTは、小腸や腎臓などの限られた臓器にのみ存在し、能動輸送によりグルコースを細胞内に取り込む。

小腸におけるグルコース輸送のしくみを調べるために、まず、麻酔下でラットの小腸を摘出し、裏返すことによって内側と外側を反転させ(以下、反転腸管と呼ぶ)、管腔面側が外側を向くようにした。内側になった基底膜面側にはグルコースを含まない培養液(培養液A)を満たして両端を縛り、培養液Aが漏れないようにした。そして、反転腸管を37℃に温めたグルコースを含む培養液(培養液B)に浸し、10分後に反転腸管内の培養液Aに移動したグルコースの量を調べた(図2)。実験a～eにおける実験開始時のそれぞれの培養液に含まれるナトリウムイオン(Na^+)の濃度と培養液Aに移動したグルコースの相対的な量を表1に示す。

また、表1の実験とは逆に、反転腸管の内側に Na^+ を含まない培養液(培養液A')を満たして両端を縛り、37℃に温めた Na^+ を含む培養液(培養液B')に浸し、10分後に培養液A'に移動した Na^+ の量についても調べた。実験a'～e'における実験開始時のそれぞれの培養液に含まれるグルコースの濃度と培養液A'に移動した Na^+ の相対的な量を表2に示す。実験dとe、d'とe'では、 Na^+ やカリウムイオン(K^+)を輸送するナトリウムポンプのはたらきを阻害するウアバインを添加した。なお、腸管の上皮細胞どうしは密着結合で結合しているため、上皮細胞の間をグルコースやウアバインは通過できず、管腔面あるいは基底膜面の糖輸送体を介してのみグルコースは移動できる。

A. 小腸内腔の断面図

B. 小腸内腔表面の拡大図

C. 小腸上皮細胞の拡大図

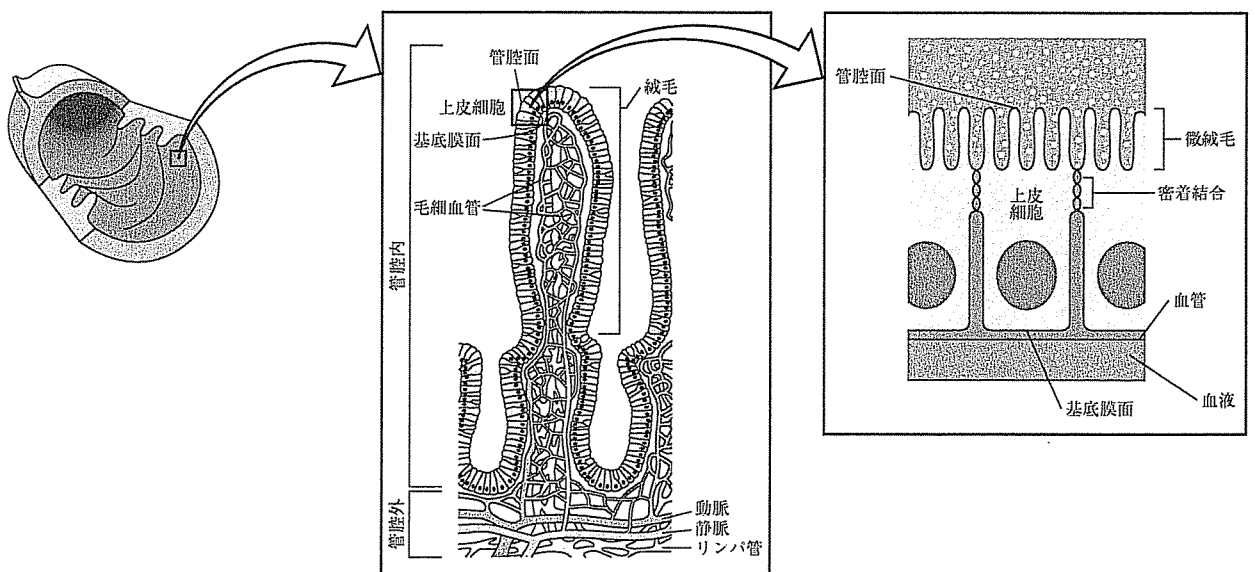


図1 小腸の構造

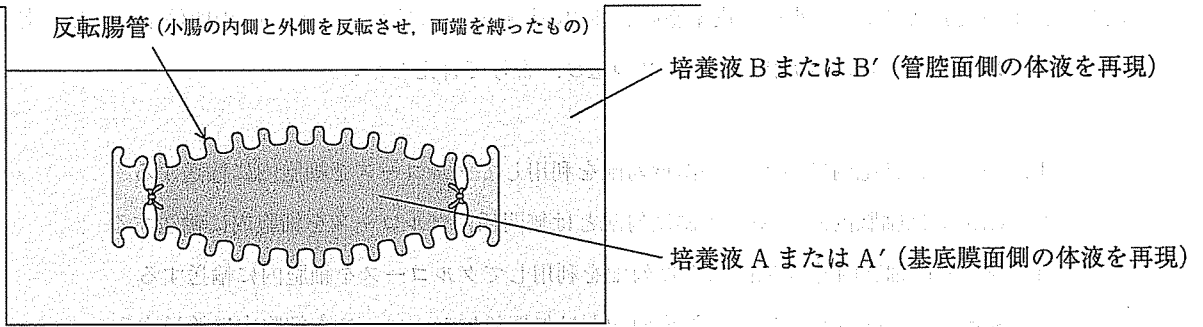


図 2 実験の模式図

表 1 実験条件と移動したグルコースの相対的な量

実験	実験開始時の条件				結果 (10分後)
	培養液 A の Na ⁺ 濃度	培養液 B の Na ⁺ 濃度	培養液 A の ウアバイン	培養液 B の ウアバイン	培養液 A に移動した グルコース量
a	150 mM	150 mM	無	無	高
b	1 mM	150 mM	無	無	高
c	150 mM	1 mM	無	無	低
d	150 mM	150 mM	無	有	高
e	150 mM	150 mM	有	無	低

表 2 実験条件と移動した Na⁺ の相対的な量

実験	実験開始時の条件				結果 (10分後)
	培養液 A の グルコース 濃度	培養液 B の グルコース 濃度	培養液 A の ウアバイン	培養液 B の ウアバイン	培養液 A に移動した Na ⁺ 量
a'	25 mM	25 mM	無	無	高
b'	0.5 mM	25 mM	無	無	高
c'	25 mM	0.5 mM	無	無	低
d'	25 mM	25 mM	無	有	高
e'	25 mM	25 mM	有	無	低

問 1 2種類の糖輸送体とナトリウムポンプは、小腸上皮細胞膜上の管腔面あるいは基底膜面のどちらかに局在している。表1の実験結果を踏まえて、それぞれが存在している場所(面)の組み合わせで最も適切なものを、以下の1~4の選択肢の中から1つ選び、番号で答えなさい。

1. GLUT とナトリウムポンプは管腔面, SGLT は基底膜面
2. SGLT とナトリウムポンプは管腔面, GLUT は基底膜面
3. GLUT とナトリウムポンプは基底膜面, SGLT は管腔面
4. SGLT とナトリウムポンプは基底膜面, GLUT は管腔面

問2 表1の実験結果から、小腸上皮細胞の2種類の糖輸送体のはたらきと Na^+ の関係を説明した文章として適切なものを、以下の1～8の選択肢の中から2つ選び、番号で答えなさい。

1. GLUTは細胞内外の Na^+ の濃度勾配を利用してグルコースを細胞内に輸送する
2. GLUTは細胞内外の Na^+ の濃度勾配とは無関係にグルコースを細胞内に輸送する
3. SGLTは細胞内外の Na^+ の濃度勾配を利用してグルコースを細胞内に輸送する
4. SGLTは細胞内外の Na^+ の濃度勾配とは無関係にグルコースを細胞内に輸送する
5. GLUTは細胞内外の Na^+ の濃度勾配を利用してグルコースを細胞外に輸送する
6. GLUTは細胞内外の Na^+ の濃度勾配とは無関係にグルコースを細胞外に輸送する
7. SGLTは細胞内外の Na^+ の濃度勾配を利用してグルコースを細胞外に輸送する
8. SGLTは細胞内外の Na^+ の濃度勾配とは無関係にグルコースを細胞外に輸送する

問3 小腸上皮細胞内に取り込まれたグルコースを細胞外に放出し、血液中に移動させる糖輸送体のはたらきを説明した文章として最も適切なものを、以下の1～4の選択肢の中から1つ選び、番号で答えなさい。

1. 細胞内外のグルコースの濃度勾配に従ってATPを利用してグルコースを細胞外に輸送する
2. 細胞内外のグルコースの濃度勾配とは無関係にATPを利用してグルコースを細胞外に輸送する
3. 細胞内外のグルコースの濃度勾配に従ってATPを使わずにグルコースを細胞外に輸送する
4. 細胞内外のグルコースの濃度勾配とは無関係にATPを使わずにグルコースを細胞外に輸送する

問4 小腸におけるグルコースの輸送は、1個の小腸上皮細胞に2種類の糖輸送体が備わっていることにより、小腸内腔から血液に向かって一方向に進む。もし、小腸上皮細胞が他の多くの臓器のように受動輸送を行う糖輸送体しか持たなかった場合、生体にとって不都合が生じる。どのような不都合が生じるか、以下の1～4の選択肢の中から最も適切なものを1つ選び、番号で答えなさい。

1. 空腹時にグルコースが腸管内腔に排出されてしまう
2. 満腹時にグルコースが腸管内腔に排出されてしまう
3. グルコースを細胞内に取り込めない
4. 取り込んだグルコースを血液中に放出できない

問5 表1と表2の実験結果を踏まえて、小腸上皮細胞の Na^+ とグルコースの輸送のしくみを説明した文章として最も適切なものを、以下の1～5の選択肢の中から1つ選び、番号で答えなさい。

1. 腸管内腔から Na^+ を取り込み、グルコースを血液中に排出する
2. 腸管内腔からグルコースを取り込み、 Na^+ を血液中に排出する
3. 腸管内腔から Na^+ とグルコースを同時に取り込み、両者を血液中に排出する
4. 腸管内腔から Na^+ とグルコースを同時に取り込み、 Na^+ を血液中に排出する
5. 腸管内腔から Na^+ とグルコースを同時に取り込み、グルコースを血液中に排出する

問6 表1と表2の実験を酸素を除去した条件で行うと、グルコースと Na^+ の移動は起こらなくなる。このことから、小腸上皮細胞ではある細胞小器官が発達していることが予想される。その細胞小器官の名称を答えなさい。

問7 表1と表2の実験結果を踏まえて、以下の文章中の空欄(A)～(C)に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

激しい下痢や嘔吐による重篤な脱水状態を緩和するには、水分補給が重要であるが、単に水を飲んでも、水分はすぐに腸を通過してしまい体内に吸収されない。体液中(細胞外液)から、水分と共に、(A)や(B)も失われてしまっているからである。そこで一般的な経口補水液には、(A)と(B)の両方が含まれている。これは、小腸内腔から小腸上皮細胞を通過して(A)と(B)が血液中へ運ばれると、(C)により水分が小腸内腔から血液中へと移動するようになるからである。

問8 糖尿病は、血糖値が一定の基準値よりも高い状態を示す疾患であり、血糖値を下げるための様々な治療が行われる。SGLTには1型と2型があり、SGLT2型は腎臓の細尿管に特異的に発現している。このSGLT2型のはたらきを特異的に阻害する薬剤を糖尿病患者に投与することがある。腎臓のどのような機能を制御することを目的としてこの薬剤を投与するのかについて、「ATPの合成を抑制する」「毒素の分解を促進する」などのように15字以内で簡潔に答えなさい。

