

近畿大学
医学部

(一般前期)

平成24年度入学試験問題

(2科目選択)

理 科

(物理, 化学, 生物)

注 意 事 項

1. 解答は必ず別に配布する解答用紙に記入すること。
2. 物理, 化学, 生物の中から2科目のみ解答すること。

(一般前期)

生 物 (問題用紙 1)

< 問題用紙は4枚ある >

< 漢字の生物用語は、原則として正しい漢字を用いて解答すること。 >

I.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

細胞を機械的に破壊すると細胞膜は破れてしまうが、条件を整えると膜の破片は自ら閉じて小胞となる。腎臓の上皮細胞を用いてこの小胞を作り、グルコースの取り込みを観察した。グルコース溶液にはA、Bの2種類を用意した。溶液Aと溶液Bは、細胞膜を透過しない糖アルコールであるマンニトールを入れることにより、等しい浸透圧になるように調整した。それぞれの組成を下の表1に示す。図1は、小胞を溶液Aまたは溶液Bに入れた時点を0分として、経時的に小胞の一部を取り出し、その時点で小胞内部に取り込まれていたグルコースの量を測定した結果を、相対値として示している。取り出す小胞の量は毎回一定とし、どの時点でも小胞は溶液中でつぶれたりすることなく、球状を保っていた。同じ実験をリン脂質だけからなる人工膜の小胞(リポソームという)を使って行ったところ、80分経過してもグルコースの取り込みはなかった。

	溶液A	溶液B
マンニトール	100	300
NaCl	100	0
グルコース	1	1

表中の数値は、それぞれの物質の濃度をミリ mol/l の単位で表す。但し、溶液1リットル中に 6.02×10^{23} 個の粒子が存在するとき、1 mol/l という。また、NaCl は、水溶液中では Na^+ と Cl^- のイオンに分かれる。

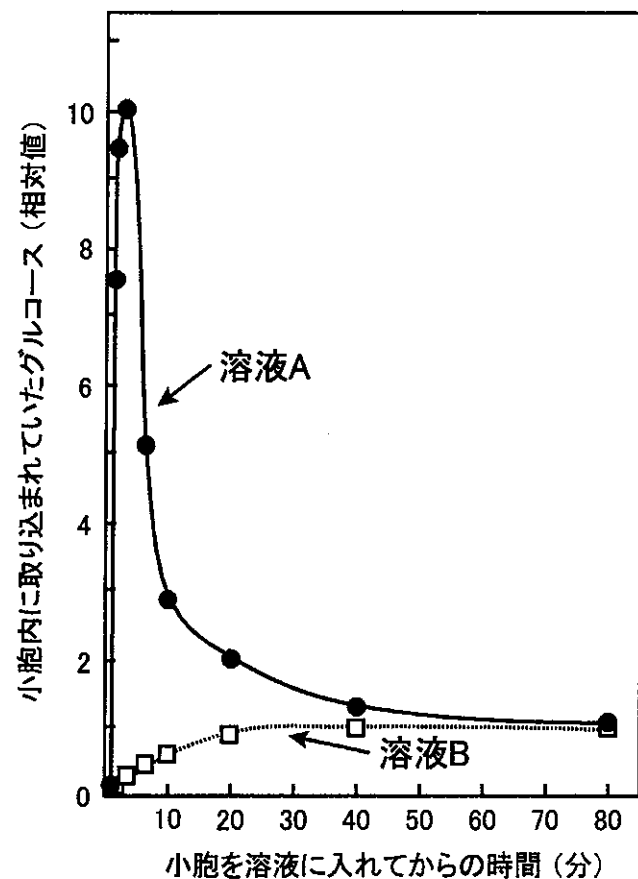


図 1. 小胞内に取り込まれていたグルコース量の変化
右の図の縦軸は、溶液Bを用いた場合に、80分後に小胞内に取り込まれていたグルコース量を1とした相対値

問 1. 図1では、溶液Aを用いた場合と溶液Bを用いた場合で、小胞内へのグルコースの取り込まれ方が異なる。なぜこのような違いが生じるのか。それぞれの場合のグルコース取り込みのしくみについて、65字以内で説明せよ。

問 2. 上皮細胞由来の小胞を用いた実験と、人工膜の小胞(リポソーム)を用いた実験で、グルコースの取り込まれ方が異なる。どのような理由が考えられるか。50字以内で答えよ。

問 3. 人工膜の小胞をジギトニンという界面活性剤(洗剤の一種)で短時間処理すると、小胞の形を保ったままで、グルコースの透過性を変えることができる。このような処理をした人工膜の小胞を溶液Aに入れると、小胞内へのグルコースの取り込みはどのようにになると予想されるか。50字以内で答えよ。

II.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

光合成により無機物から有機物を合成する植物と異なり、①動物は、他の生物が合成した有機物を体内に取り込み、それをエネルギー源として利用している。ヒトは、デンプンやタンパク質、脂肪などの栄養物を口から摂取し、胃や小腸などでこれらの物質を分解して(消化)、主に小腸でその分解産物を体内に取り込んでいる(吸収)。このような消化や吸収を行う、口から胃や小腸、大腸などを経て肛門にいたる、ひとつながりの中空の器官が消化管である。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 2)

(II の続き)

胃や小腸では、栄養物の分解に必要な消化酵素などを含む消化液が、消化管内へ分泌される。胃から分泌される胃液は、タンパク質を [ア] に分解する酵素である [イ] や、塩酸を含んでいる。[ア] はさらに小腸で別の酵素によりアミノ酸に分解される。すい臓で作られ小腸に分泌されるすい液は、②アルカリ性で、脂肪を脂肪酸と [ウ] に分解する酵素である [エ] や、デンプンを [オ] に分解する酵素である [カ] が含まれている。[オ] はさらに、小腸内で別の酵素により [キ] にまで分解されてから、③小腸の壁を構成する細胞内へ吸収される。小腸で吸収された [キ] などの栄養物を含む血液は、[ク] を経て、肝臓に送られる。肝臓へはこの他に、[ケ] を供給する血液が、[コ] から流入する。

消化液の大部分は水で、一日に消化管内へ分泌される消化液は7lにも及び、この水の多くも小腸で吸収される。水は、消化管内と小腸の壁内との浸透圧の差に応じて移動する。栄養物が小腸に吸収され、小腸壁内の浸透圧が大きくなると、消化管内から小腸壁内へ水が吸収される。牛乳に含まれる糖類であるラクトースも、小腸内で、ラクターゼという酵素により、[キ] とガラクトースに分解されて、小腸壁の細胞内へ吸収される。④ラクターゼの酵素としての働きが弱い人たちがいる。この人たちが牛乳を飲むと、しばしば、消化管内の水が過剰になり、便に水分が多く含まれる下痢を起こす。

問 1. 文章中の [ア] ~ [コ] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部 ① の動物のように、他の生物が作った有機物を必要とする生物を何と呼ぶか。

問 3. 酵素 [イ] の最適pHはいくらか。2, 4, 6, 8, 10より選び、数字で答えよ。

問 4. すい液は、なぜ下線部 ② のようにアルカリ性である必要があるのか。25字以内で答えよ。

問 5. 酵素 [カ] はデンプンを分解するが、デンプンが分解してできた [オ] は分解できない。このように特定の物質だけに作用できる酵素の性質を何と呼ぶか。

問 6. 下線部 ③ の吸収には、エネルギーが必要である。このように、エネルギーを消費する物質の細胞膜透過を何と呼ぶか。

問 7. 下線部 ④ の人たちが、牛乳を飲むと下痢を起こしやすいのはなぜか。80字以内で答えよ。

III.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

動物の個体は機能や形態の異なる多数の細胞で構成されており、①これらの細胞が調和しつつ相互に作用しあって個体全体を維持している。動物の体表面を被う皮膚組織は、その表面にある [ア] 組織である [イ] と、[イ] の下にある [ウ] 組織である [エ] が固く結合して構成されている。[イ] は②保護 [ア] と呼ばれる [ア] 組織の一種であり、細胞が多層に重なり合って石垣のような構造を形成している。

[イ] を構成する多層の細胞のうち、[エ] に接する最下層(「基底層」という)の細胞は立方体状で、分裂能を持ち、その分裂によって生まれた [オ] 細胞の一方は基底層に留まるが、もう一方の [オ] 細胞は次第に表層へと移動していく。移動の過程でこの細胞は多角形に変わり、[イ] の表面に近づくにつれて平たくなり、同時に細胞内にケラチンと呼ばれるタンパク質を蓄えて、周囲の細胞と互いに固く接着するようになる。[イ] 細胞がこのような形を変え、特殊なタンパク質を蓄える過程を角化と言うが、角化は細胞が [カ] する過程の一例である。角化した細胞の層は体内から水分が失われることを防ぎ、一方体外から化学物質や [キ] が侵入することに対する防壁となる。

けがなどで [イ] の全層が失われると、欠損した部分の周囲から [イ] 細胞が移動して、次第に露出した [エ] の表面を被う。欠損部の全体が [イ] に被われると、皮膚は最終的に元の厚さに戻り、過剰に厚くなることはない。これを [イ] の再生という。欠損した [イ] の再生過程では、欠損部の周囲の基底層で細胞が活発に分裂し、[エ] の表面を被い尽くすと次第に分裂がおさまって、角化の過程へと切り替わっていく。このことから、傷口で [イ] の欠損が生じると、これが周囲にある細胞の分裂を促し、[イ] の層が一定の厚さに達するとそれ以上の分裂を抑制するしくみが存在すると推定される。

[イ] 欠損時の細胞増殖調節機構を知るため、ハツカネズミの耳介を用いて以下のような実験を行った。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 3)

(III の続き)

ハツカネズミの耳介は厚さ1mm以下の板状で、中央にはごく薄い軟骨の層を挟んで [エ] があり、その両面が [イ] によって被われている(解答欄の図を参照のこと)。耳介の一表面に鋭いナイフで切れ目を入れ、[エ] を傷つけないように注意しつつ、一定の幅で細長い長方形に [イ] だけを剥がし取ると、剥がした部分の周囲から [イ] の再生が起こる。この過程で麻酔下に耳介を切り取り、[イ] 欠損部分の長辺に直角な横断面で顕微鏡標本を作製すると、[イ] のどこで細胞が分裂しているかを調べることができる。耳介の一方の表面だけに幅1mmの [イ] 欠損部を作り、2日後に顕微鏡標本を作製して、[イ] 細胞中で分裂中であるものの割合が欠損部からの距離によってどのように変化するかを調べた。欠損を作った側では、欠損部に接する周囲の [イ] で、分裂中の細胞の割合が欠損部を挟んで対称に変化しており、欠損部中央から約0.7 mmの部位を最大として、それより外では欠損部から離れるに従って分裂中の細胞の割合が減少し、欠損部中央から1.5mm 離れると、分裂細胞の割合は欠損のない [イ] と同じ値になっていた。面白いことに、欠損部を作ったのと反対側の [イ] でも分裂細胞の割合が増加しており、[イ] の欠損による増殖誘導効果が、耳介の [ウ] 組織部分を通して反対側の [イ] にも及ぶことがわかった。この場合、対向する欠損部の中央を最大値として、左右対称の釣り鐘型に分裂細胞の割合が変化しており、欠損部の中央からおよそ1.5mm離れたところでは、分裂細胞の割合は欠損のない [イ] と同じ値に低下していた。

これらの実験結果から、[イ] 欠損部周囲での細胞増殖誘導のしくみについて、少なくとも二つの可能性が考えられる：

- A) 欠損部の端にある傷害を受けた [イ] 細胞から、周囲の細胞に向かって分裂を促すような信号物質が放出される。
- B) 正常の [イ] 細胞は、周囲にある [イ] 細胞の分裂を抑制するような信号物質を常に放出しており、欠損部ではこの抑制物質が作られなくなるため、その周囲で細胞の分裂が始まる。

これら二つの仮説を検定するため、ハツカネズミの耳介の一方の面に ③ 幅3mmの [イ] 欠損部を作製し、2日後に顕微鏡標本を作って観察した。

- 問 1. 文章中の [ア] ~ [キ] に入る最も適切な語句を解答欄に記入せよ。
- 問 2. 下線部 ① について、動物個体内で細胞間の相互作用を調和させる役割を果たしている器官系を二つ挙げよ。
- 問 3. 下線部 ② について、保護 [ア] と機能の異なる [ア] 組織を三つ挙げよ。
- 問 4. 動物の [エ] は、[イ] に較べて単位体積あたりの細胞の数が少なく、細胞間が繊維状のタンパク質によって満たされている。このタンパク質は何と呼ばれるか。
- 問 5. 下線部 ③ について、この場合に [イ] 欠損部の幅を3mmとした理由は何か。本文中に記載された観察事実を元に75字以内で説明せよ。
- 問 6. 本文中の仮説 A が正しい場合、欠損部の反対面における分裂細胞の割合はどのような分布を示すか。解答欄の図に考えられる曲線を描き入れよ。
- 問 7. 仮説 B が正しい場合、欠損部の反対面における分裂細胞の割合はどのような分布を示すか。解答欄の図に考えられる曲線を描き入れよ。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 4)

IV.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

下の図は、光合成に関わる細胞小器官の膜にある反応系のまとめ(図1)と、光合成の反応系の一部(図2)を表したものである。図1の(ア)～(エ)は、それぞれ固有の働きを持った分子の集合体であり、(ア)と(ウ)にはクロロフィルが含まれる。図2の記号[3PG(=PGA), BPG, GAP, RuBP]は、それぞれ分子の名称を略したものである。また、名称のあとの「(C3)」の数字は、各分子の炭素数を表している。

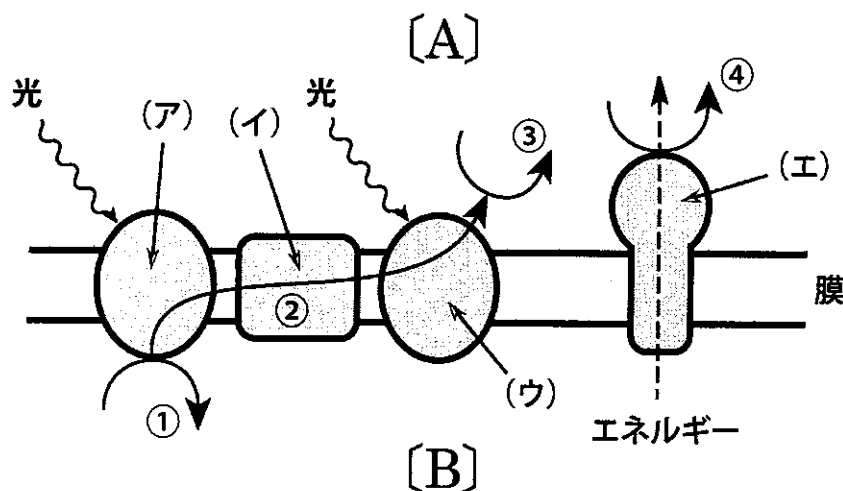


図1. 小器官の膜にある反応系

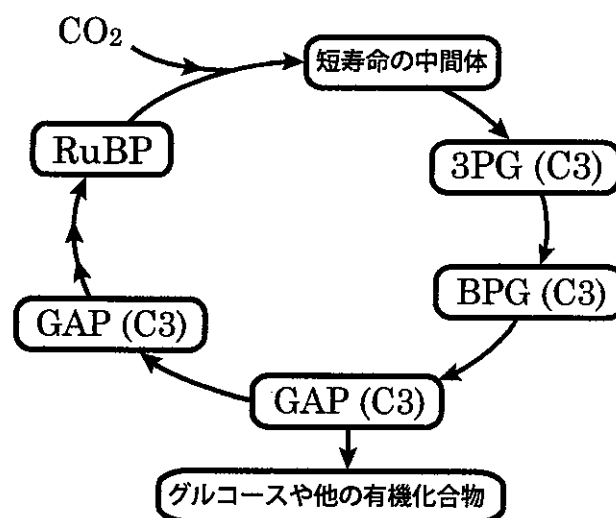


図2. 光合成の反応系の一部

問1. 図1の膜の名称を答えよ。

問2. 図1の膜のA側は何か。

問3. 図1の(ア)および(エ)の名称を答えよ。

問4. 図1の矢印①～④で表される事柄として正しいものを、それぞれ次のa～jから選び、記号で答えよ。

- | | |
|----------------|------------------|
| a. 補酵素が還元される | b. 補酵素が酸化される |
| c. クロロフィルが移動する | d. 酸素が運ばれる |
| e. 二酸化炭素が運ばれる | f. 電子が流れる |
| g. ADPがリン酸化される | h. ADPとリン酸に分解される |
| i. 水が合成される | j. 水が分解される |

問5. 図2の循環的な反応系の名称を答えよ。

問6. 問5で答えた反応系に関わる酵素は、どこにあるか。図1のA、Bの記号で答えよ。AでもBでもない場合は、Cと記せ。

問7. 図2の分子RuBP(リブローズビスリン酸/リブローズ二リン酸)の炭素数を答えよ。

問8. 緑藻の1種(*Scenedesmus* sp.)に適度な光とCO₂を与えて、細胞内の3PGとRuBPの濃度がそれぞれ一定の状態になるまで培養する。そこで光を消すと3PGとRuBPの濃度はどのようになるか。次のa～hから選び、記号で答えよ。なお、()内の記号は、それぞれ(－:濃度は変化しない)、(↑:濃度が増加する)、(↓:濃度が減少する)ことを表している。

- | | |
|-------------------|-------------------|
| a. 3PG(－)・RuBP(↑) | b. 3PG(－)・RuBP(↓) |
| c. 3PG(↑)・RuBP(－) | d. 3PG(↑)・RuBP(↑) |
| e. 3PG(↑)・RuBP(↓) | f. 3PG(↓)・RuBP(－) |
| g. 3PG(↓)・RuBP(↑) | h. 3PG(↓)・RuBP(↓) |

問9. 問8における物質濃度の変化の原因は、いくつか考えられる。その一つは、光が消されたことによって、図2の反応系の進行に必須な2種類の物質の供給量が減少することである。それらの物質の名称を答えよ。

(以上)